

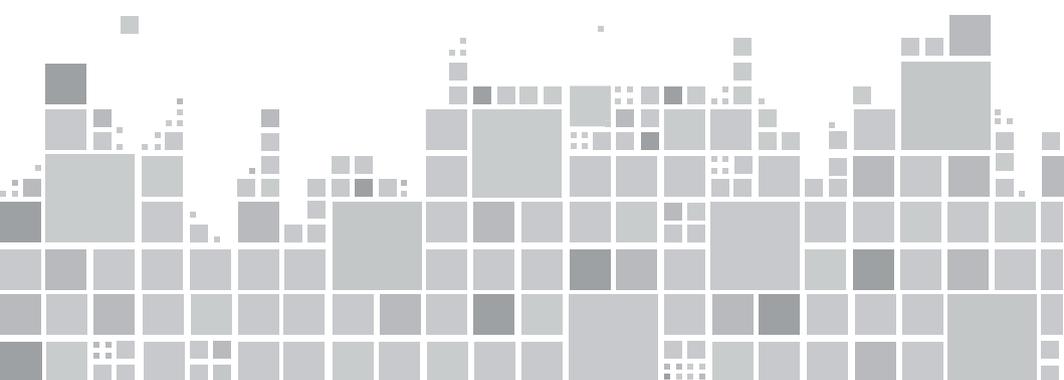
Biossegurança

Um despertar para a sociedade

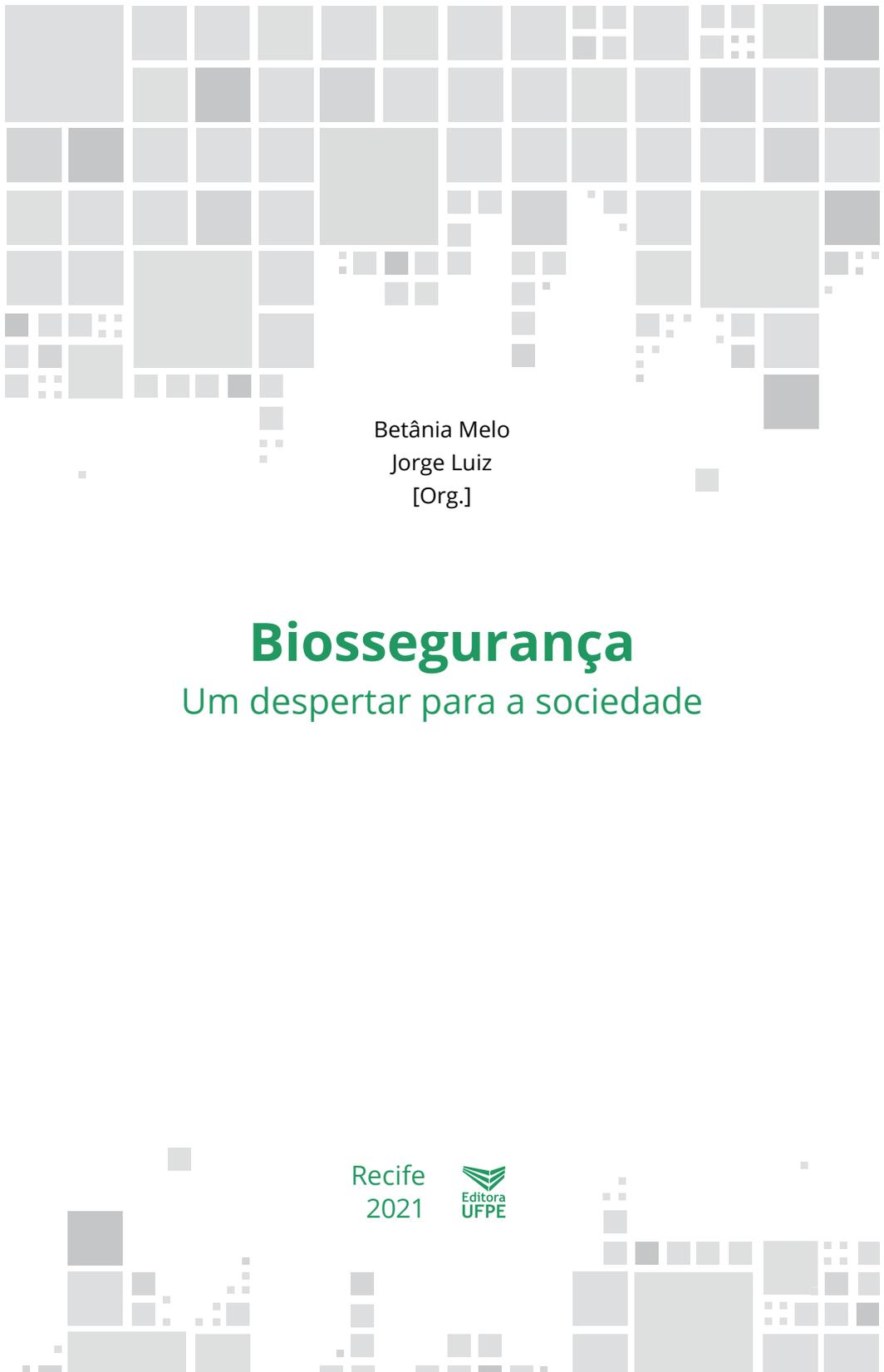
Betânia Melo

Jorge Luiz

[Org.]



Série Livro-Texto



Betânia Melo
Jorge Luiz
[Org.]

Biossegurança

Um despertar para a sociedade

Recife
2021



Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Alfredo Macedo Gomes

Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho



Pró-Reitoria de Graduação

Pró-Reitora: Magna do Carmo Silva

Diretora: Fernanda Maria Ribeiro de Alencar

Editora UFPE

Diretor: Junot Cornélio Matos

Vice-Diretor: Diogo Cesar Fernandes

Editor: Artur Almeida de Ataíde

Comitê de avaliação

Adriana Soares de Moura Carneiro, Ana Célia Oliveira dos Santos, Addressa Suely Saturnino de Oliveira, Arquimedes José de Araújo Paschoal, Assis Leão da Silva, Ayalla Camila Bezerra dos Santos, Chiara Natercia Franca Araujo, Deyvylan Araujo Reis, Djailton Cunha, Flavio Santiago, Hyana Kamila Ferreira de Oliveira, Isabel Cristina Pereira de Oliveira, Jaqueline Moura da Silva, Jorge Correia Neto, Keyla Brandão Costa, Luciana Pimentel Fernandes de Melo, Márcia Lopes Reis, Márcio Campos Oliveira, Márcio Vilar França Lima, Maria Aparecida Silva Furtado, Maria da Conceição Andrade, Michela Caroline Macêdo, Rodrigo Gayger Amaro, Rosa Maria Oliveira Teixeira de Vasconcelos, Shirleide Pereira da Silva Cruz, Tânia Valéria de Oliveira Custódio, Waldireny Caldas Rocha

Editoração

Revisão de texto: Gleidson Gomes do Nascimento

Projeto gráfico: Diogo Cesar Fernandes | Gabriel Santana

Diagramação: Pedro Henrique Santos

Ilustrações: Paulo Vitor Dias Mendes

Catálogo na fonte

Biblioteca Kalina Ligia França da Silva, CRB4-1408

B616	Biossegurança [recurso eletrônico] : um despertar para a sociedade / organizadores : Betânia Melo, Jorge Luiz.- Recife : Ed. UFPE, 2021. (Série Livro-Texto)	
	Vários autores. Inclui referências. ISBN 978-65-5962-097-5 (online)	
	1. Saúde pública. 2. Biossegurança. 3. Administração de risco. 4. Vigilância sanitária. 5. Pessoal da área de saúde pública - Medidas de segurança. 6. Epidemias - Medidas de segurança. I. Oliveira, Maria Betânia Melo de (Org.). II. Araújo Filho, Jorge Luiz (Org.). III. Título da série.	
614.4	CDD (23.ed.)	UFPE (BC2022-030)

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.



SÉRIE LIVRO-TEXTO

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pautada pelos princípios da democracia, da transparência, da qualidade e do compromisso social, assume a Educação Superior como um bem público e um direito de todas e todos. Nesse sentido, estimula a melhoria das condições do trabalho docente, a inserção de metodologias de ensino inovadoras e a articulação dos conhecimentos teóricos e práticos nas diferentes áreas do saber como instrumentos de promoção de uma formação científica, humanística e artística que prepare nossos estudantes para a intervenção na realidade, segundo o compromisso com o desenvolvimento integral e sustentável, a equidade e a justiça social. Assim, a UFPE, por intermédio da Pró-Reitoria de Graduação e da Editora UFPE, oferta à comunidade acadêmica e à sociedade mais uma seleção da Série Livro-Texto, com o objetivo de contribuir para a formação da biblioteca básica do estudante de graduação e para a divulgação do conhecimento produzido pelos docentes desta Universidade. Os 34 livros selecionados para esta coleção, que contemplam diferentes áreas do saber, foram aprovados segundo as condições estabelecidas no Edital 14/2021 (Edital simplificado de incentivo à produção e publicação de livros digitais Prograd/Editora UFPE) e representam o esforço de discentes (de graduação e pós-graduação) e servidores (docentes e técnicos) e da gestão da Universidade em prol da produção, sistematização e divulgação do conhecimento, um de seus principais objetivos.

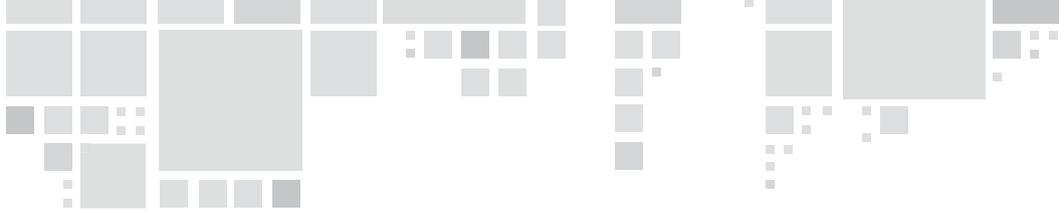
Alfredo Macedo Gomes – Reitor da UFPE

Moacyr Cunha Araújo Filho – Vice-Reitor da UFPE

Magna do Carmo Silva – Pró-Reitora de Graduação (Prograd)

Fernanda Maria Ribeiro de Alencar – Diretora da Prograd

De certo, poderíamos dedicar este livro a todos os profissionais de saúde na linha de frente do combate à pandemia da Covid-19 e às vítimas feitas no seu decurso. No entanto, escolhemos dedicá-lo àqueles que, por ventura, desacreditaram da realidade e das implicações desta crise, que vem fazendo milhares de vítimas em todo o mundo, de 2019 até o presente momento. A esses indivíduos, estendemos esta obra na tentativa de ajudá-los a compreender a saúde e o meio ambiente como aspectos da vida coletiva e, portanto, suscetíveis à influência de sua atividade individual.



SUMÁRIO

Prefácio	13
Apresentação	15
1. Fundamentos Gerais da Biossegurança	16
Introdução	16
Riscos e perigos na prática laboral	16
Estruturas e infraestruturas no laboratório	20
Mapas de risco	20
Sinalização	22
Localização	23
Esterilização ou desinfecção	24
Componentes de segurança	25
Medidas de precaução padrão	25
Higienização das mãos	26
Uso de Equipamentos de Proteção (EPI e EPC)	28
Imunização	28
Condutas pós-exposição ocupacional a material biológico	28
Desinfecção	29
Barreiras físicas de proteção	31
Radioproteção	31
Considerações finais	35
Referências	35



2. EPIs, EPCs, BPLs e CIPA: como eles podem ajudar no desenvolvimento de hábitos biosseguros 40

Introdução 40

Desenvolvimento do conhecimento sobre práticas biosseguras no contexto hospitalar 41

Equipamento de Proteção Individual (EPI) 42

Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) 43

Boas Práticas Laboratoriais (BPL) 44

Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) 46

Desenvolvimento de hábitos biosseguros e sua relação com os aspectos do ambiente de trabalho 47

Considerações finais 50

Referências 52

3. Biossegurança em tempos de pandemia: uma reflexão mais que necessária 55

Introdução 55

História da biossegurança 56

Crises sanitárias: uma análise obrigatória 57

Varíola: a guerra biológica que custou uma viagem à Lua 58

Peste negra ou peste bubônica: o “acordar” para a importância do saneamento básico 59

Cólera: a doença do subdesenvolvimento 60

Gripe espanhola: o gigante do século XX 61

Gripe suína ou H1N1: um lobo em pele de cordeiro 61

Covid -19 e o reavivamento da Biossegurança 62

Triunfos da Biossegurança e medidas a serem consideradas 63

Autoridades de saúde frente à Biossegurança:
o perigo da desinformação em contextos pandêmicos 64

Vários surtos, uma causa 66

 Destruição da vida selvagem e ecossistemas 67

Considerações finais 69

Referências 69

4. Bioterrorismo: um problema do passado ou da atualidade? 74

Introdução 74

Bioterrorismo: informações gerais 75

 Considerações históricas 76

 Considerações atuais 79

 Projeções futuras 82

Métodos de prevenção e amenização em casos
de Bioataque 84

Especulações atuais sobre bioterrorismo 85

Considerações finais 87

Referências 88

5. Um olhar contemporâneo sobre as vacinas 92

Introdução 92

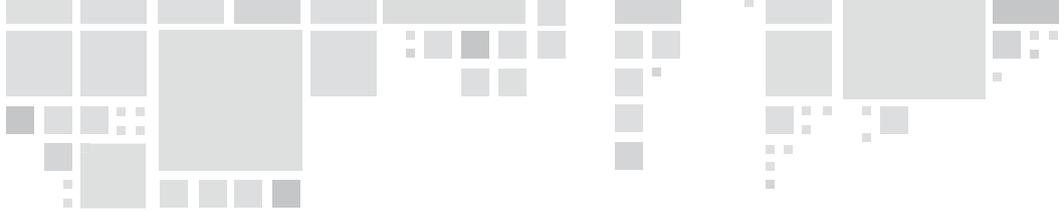
Importância da vacinação 93

Etapas de desenvolvimento das vacinas 95

 Pesquisas exploratórias 95

 Etapa pré-clínica 96

 Estudos clínicos em humanos 96



Principais tecnologias aplicadas ao desenvolvimento de vacinas 97

Vacinas que contêm o patógeno inteiro 98

Vacinas acelulares 99

Vacinas vetorizadas 99

Vacinas de proteína recombinante 100

Vacinas de ácido nucléico (DNA e RNA) 101

Vacinas com big business 103

Movimento antivacina 104

Considerações finais 105

Referências 106

6. Hábitos ergonômicos em profissionais da saúde: um despertar para saúde física e mental 110

Introdução 110

O surgimento da Ergonomia 111

Objetivo da Ergonomia 112

Ergonomia no Brasil 112

Diversas dimensões do processo produtivo e pressupostos da Ergonomia 113

Bons hábitos ergonômicos no ambiente de trabalho 114

Tipos de Ergonomia 115

Ergonomia Física 115

Ergonomia Cognitiva 117

Ergonomia Organizacional 118

Hábitos ergonômicos e a saúde mental e física 119

Influência da Ergonomia na saúde física 119

A importância do sono 120



Dores e suas implicações no indivíduo	120
Postura	121
Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) e Lesões por Esforços Repetitivos (LER)	121
Ginástica laboral e suas implicações	122
Ergonomia como alternativa para saúde mental	122
Doenças ocupacionais de caráter psicológico	123
Medidas de promoção da saúde mental	125
Condições prejudiciais ao sistema músculo esquelético e as atividades ocupacionais em profissionais de saúde	126
Levantamento de peso excessivo	126
Levantamento e manuseio de cargas de modo incorreto	126
Levantamentos repetitivos	127
Solicitações extraordinárias	127
Manutenção de uma postura por tempo prolongado	127
Considerações finais	127
Referências	128

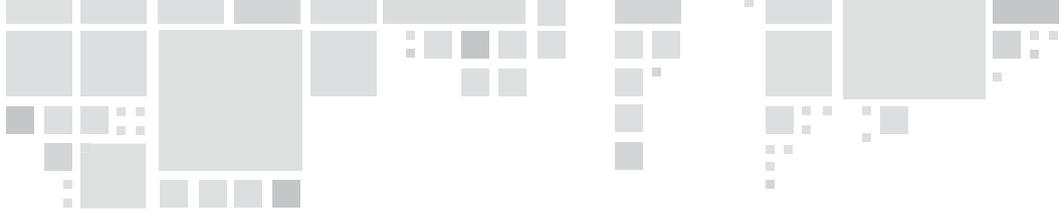
7. Organismos Geneticamente Modificados (OGMs): solução ou perigo para humanidade? 131

Introdução	131
Histórico das pesquisas genéticas	131
Perspectiva histórica da lei de biossegurança no Brasil	132
A biossegurança e a legislação brasileira de OGMs	134
A bioética e os organismos geneticamente modificados	136

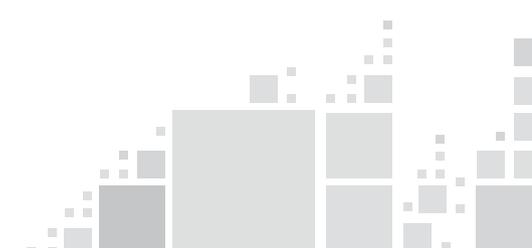
Avaliação de riscos dos OGMs	137
Riscos alimentares	137
Riscos ecológicos	138
Riscos agrotecnológicos	138
Aplicação de OGMs na produção de biofármacos	139
Animais transgênicos e seus impactos	140
O que é um animal transgênico?	140
Contribuição do uso de animais transgênicos à sociedade	141
Controle de vetores utilizando animais geneticamente modificados	142
Impactos do uso de animais transgênicos	143
Considerações finais	144
Referências	144

8. Gerenciamento de resíduos sólidos: uma alternativa para melhoria da qualidade de vida e do ambiente 147

Introdução	147
Os riscos à saúde e ao meio ambiente causados pela ausência de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos	148
Os problemas dos resíduos no meio ambiente	149
Os problemas dos resíduos na saúde pública	151
Medidas adequadas no gerenciamento de resíduos sólidos e as políticas brasileiras	152
A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a busca por padrões sustentáveis.	152
Medidas adequadas por parte do poder público	153



Qual o papel do consumidor?	154
O que esperar das empresas e fabricantes?	154
Benefícios da gestão adequada de resíduos sólidos	155
Benefício econômico	155
Benefício ambiental	155
Benefício social	156
Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS)	156
Importância do manejo adequado de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)	156
Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e as normas brasileiras	157
Modelo exemplo de um PGRSS	157
Considerações finais	159
Referências	159





PREFÁCIO

Caro Leitor,

Se perguntássemos a você o que é Biossegurança, o que responderia? Você já pode ter sido apresentado a este tema, mas será que “passeou” por todos os seus conceitos? A Biossegurança era uma disciplina “negligenciada”, mas, com o advento da pandemia da Covid-19, tornou-se um tema não apenas dos meios acadêmicos e dos serviços de saúde, “ela” rompeu essas fronteiras e, agora, muitas de suas recomendações passam a ser adotadas na sociedade, como uso de máscaras, higienização da mãos entre outros cuidados.

Esta obra – *Biossegurança: um despertar para a sociedade* – traz vários tópicos importantes que não serão encontrados facilmente na literatura em um único livro ou artigo. Os capítulos iniciais abordam os conceitos utilizados na Biossegurança e são provocativos: Como deve funcionar a Biossegurança no Serviço de Saúde? Como os Equipamentos de Proteção e as Boas Práticas vão ajudar no desenvolvimento de um trabalho seguro pelos profissionais de Saúde? Outros dois capítulos trazem informações sobre a Biossegurança em tempos de pandemia e sobre os desafios na produção de vacinas. Existe algo mais atual? Como está a saúde destes profissionais diante das pressões de trabalho? Ainda existe bioterrorismo? Onde entram os Organismos Geneticamente Modificados na Biossegurança? E, por fim, possibilita ao leitor uma reflexão sobre a produção de resíduos sólidos, impactos ambientais e o gerenciamento destes resíduos como alternativa ao modelo atual.

Convido todos a lerem este livro, porque ele apresenta um “olhar” diferenciado e inovador, que vai ajudar na formação de recursos humanos na área e conscientizar muitos profissionais para que tenhamos um trabalho e procedimentos realizados de forma segura em serviços de saúde, nas universidades e na sociedade.

Ótima leitura e um cordial abraço,

Christian Reis

Comissão de Biossegurança

Instituto Aggeu Magalhães – Fiocruz Pernambuco



APRESENTAÇÃO

A ideia do *e-book Biossegurança: um despertar para a sociedade* surgiu durante uma atividade avaliativa da disciplina Biossegurança e Ergonomia, ofertada ao curso de Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) durante o semestre remoto de 2020.3.

Na ocasião, os alunos apresentaram, durante o 1º e o 2º Fórum de Discussão das atividades integrativas, seminários relacionados ao tema de cada capítulo. Nesse instante, foram perceptíveis o elevado nível dos trabalhos e a capacidade dos grupos de abordar temas importantes e, em alguns casos, pouco explorados na literatura.

Assim, diante do potencial e da relevância do tema, foi sendo construída esta obra com a orientação e acompanhamento dos organizadores e a participação de convidados/*experts* tanto da UFPE quanto do Instituto Aggeu Magalhães (IAM/Fiocruz) nos diferentes temas.

Biossegurança: um despertar para a sociedade é um registro de que o conhecimento é contínuo e oportuno, independentemente das dificuldades e impedimentos que uma pandemia pode trazer à humanidade. O isolamento social vivido durante a construção deste *e-book*, decorrente da pandemia da Covid-19, é um marco de que, por si só, a distância física não pode configurar uma barreira intransponível para frear o avanço da ciência, em prol do bem estar da sociedade e do meio ambiente.

Maria Betânia Melo de Oliveira

Professora Associada III da Universidade Federal de Pernambuco



FUNDAMENTOS GERAIS DA BIOSSEGURANÇA

Athos Duarte Ferreira

Thalyta Gabriella R. M. de Lyra

Kamylla Souza Hermínio Silva

Jéssica Laís Maria da Silva

Fábio Barbosa de Souza

Maria Betânia Melo de Oliveira

INTRODUÇÃO

A Biossegurança corresponde a um conjunto de ações que busca prevenir, minimizar ou eliminar riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, visando à saúde humana, animal e vegetal, à preservação do meio ambiente e à qualidade dos resultados. De acordo com este conceito e considerando a importância desta área no cotidiano de todos os profissionais, sobretudo àqueles da área da saúde, este capítulo tem como objetivo caracterizar os principais termos e ações relacionadas a este tema, a fim de que os riscos existentes durante as práticas realizadas sejam minimizados e os acidentes evitados.

RISCOS E PERIGOS NA PRÁTICA LABORAL

A Norma Regulamentadora 32 (NR-32) é a portaria do então Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), publicada no ano de 2005, que

trata da Segurança do Trabalho no Serviço de Saúde. Esta estabelece diretrizes básicas, para que os serviços de saúde possam lidar da melhor maneira com os riscos ocupacionais com os quais são frequentemente expostos.

Após conhecer a função da Biossegurança, não é difícil concluir que o estudo dos riscos é muito pertinente, pois o risco é a possibilidade de um indivíduo ser exposto a um objeto ou circunstância danosos à sua saúde, ao resultado do seu labor ou ao ambiente. Quando se trata dos serviços de saúde, o indivíduo que está sujeito a tais possibilidades, obviamente, é o profissional de saúde, e os riscos são ditos, portanto, ocupacionais, porque são associados a um determinado trabalho. Fora esse conceito, outro fator importante corresponde a definição de perigo, que é a fonte de um risco. Inclusive, saber percebê-lo colabora para uma melhor compreensão do problema a ser abordado, uma vez que a identificação das origens dos danos contribui para a prevenção.

Outro aspecto não menos importante refere-se ao impacto psicológico de lidar com um perigo constantemente, cenário ordinário em várias profissões. Para muitos profissionais, o risco é materializado antes mesmo que ocorra um acidente, o que acaba por ser uma causa de estresse e desgaste. Por outro lado, outros profissionais diminuem ou negligenciam os perigos aos quais são expostos diariamente, como uma alternativa para reduzir o fardo mental que carregam em suas profissões. Nestas situações é extremamente recomendável a aplicação das normas de Biossegurança para o desenvolvimento de hábitos biosseguros e a melhoria da qualidade de vida.

Os riscos ocupacionais podem ser classificados em biológicos, físicos, mecânicos (ou de acidentes), químicos, ergonômicos e até psicossociais (Tabela 1). O primeiro tipo consiste no que mais acomete os profissionais da saúde e compreende o contato direto com agentes biológicos, como vírus, bactérias e afins. Nesse caso, a fonte é normalmente impossível de dissociar do objeto de trabalho, sendo, por exemplo, um paciente enfermo ou um material contaminado. Ademais, a contaminação do profissional ou até do paciente pode ocorrer por via digestiva, por via respiratória, pela mucosa ocular ou por via cutânea (acidentes com perfurocortantes).

Em sequência, os riscos físicos são aqueles associados a algumas formas de energia, como a térmica, a radioativa e a mecânica. Em um hospital, suponha-se um material armazenado em baixas temperaturas: ele é o perigo em questão, e o risco físico inerente é a possibilidade de uma queimadura por frio, ou seja, a retirada vigorosa de energia térmica da pele do indivíduo.

Já os riscos mecânicos ou de acidentes são: arranjo físico inadequado ou deficiente; máquinas e equipamentos; ferramentas defeituosas, inadequadas ou inexistentes; eletricidade; sinalização; perigo de incêndio ou explosão; transporte de materiais; edificações; e armazenamento inadequado que podem provocar acidentes.

Os riscos químicos são comuns no ambiente relacionado à saúde e, tais quais os biológicos, são passíveis de adentrar no ser humano por via digestiva, ocular, respiratória ou cutânea, consistindo em substâncias químicas com essa capacidade. O óxido de etileno é um exemplo de composto gasoso que é utilizado em serviços de saúde para esterilização de materiais que não podem passar pela autoclave, mas apresenta vários riscos graves, tanto para a saúde do profissional responsável quanto para a do paciente.

Ademais, os riscos ergonômicos envolvem a colocação postural do corpo para a realização dos mais diversos procedimentos no ambiente profissional, ou seja, vai desde o maqueiro ao levantar um paciente, passando por um enfermeiro a aplicar uma injeção, até um cirurgião dentista a realizar uma restauração. Todas essas situações requerem a observação cuidadosa da postura do profissional bem como a devida disposição do paciente para a aplicação do esforço físico.

TABELA 1: Tipos de riscos e seus respectivos perigos

RISCOS	PERIGOS (FONTE DE RISCOS)				
Riscos Biológicos	Vírus Bactérias	Protozoários Fungos	Parasitas	Bacilos	
Riscos Físicos	Ruídos Vibrações	Radiações ionizantes Radiações não ionizantes	Frio Calor	Pressões anormais Umidade	
Riscos Mecânicos	Arranjo físico inadequado	Máquinas/equipamentos sem proteção	Ferramentas inadequadas/defeituosas	Iluminação inadequada Eletricidade	
Riscos Mecânicos	Probabilidade de incêndio/explosão	Armazenamento inadequado	Animais peçonhentos	Outras situações de risco para acidentes	
Riscos Químicos	Poeiras Fumos	Névoas Neblinas	Gases Vapores	Substâncias compostas/ outros produtos em geral	
Riscos Ergonômicos	Esforço físico intenso	Levantamento e transporte manual de peso	Exigência de postura inadequada	Controle rígido de produtividade	
Riscos Ergonômicos	Imposição de ritmos excessivos	Trabalho noturno/jornadas prolongadas	Monotonia e repetitividade	Situações que geram estresse físico e/ou psíquico	

FONTE: Autoria própria.

A repetição é um dos fatores que facilita a concretização desses riscos, pois leva à falta de sensibilidade para a tarefa que se está operando, conduzindo os riscos psicossociais. Esses são, muitas vezes, considerados entremeados ou quiçá um só com os ergonômicos, porém a distinção dos dois – ao menos com finalidade didática – tem a vantagem de suscitar um olhar mais específico sobre o aspecto subjetivo dos riscos na área da saúde, haja vista que todo o aperfeiçoamento de uma equipe relacionado aos hábitos biosseguros passa, invariavelmente, pelo julgamento de cada um. A prova disso é o hábito inconsequente e bastante corriqueiro que muitos profissionais têm de sair do ambiente de trabalho usando o jaleco. Nesse momento, estes levam uma fonte de risco para próximo do transeunte imediato, também com a chance de causar a proliferação de um agente infectante grave para a sociedade.

Então, surge a pergunta: não teria esse profissional ciência do perigo que está lançando em meio à população? Infelizmente, é comum que ele tenha ciência disso, ainda mais considerando a sua formação, porém a análise crítica que ele faz da sua ação é atenuada. Assim, para esses e outros deslizes, devem ser considerados fatores psicossociais, a exemplo da repetitividade do ofício: o estresse constante do convívio com o perigo – mencionado anteriormente – ou excesso de autoconfiança, concorrendo para a falta de sensibilização do profissional do serviço de saúde. Igualmente, convém mencionar que as consequências ruins do descaso com os riscos estendem-se para o âmbito administrativo e financeiro do estabelecimento ou da instituição. Basta refletir sobre o absentismo pelos acidentes, reduzindo o rendimento, ou sobre as perdas materiais envolvidas.

Segundo o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, durante o período de 2012 a 2018, houve um total de 4.503.631 acidentes de trabalhos notificados no Brasil. Destes, o setor com mais comunicação de acidentes foi o de atividades de atendimento hospitalar, contabilizando 378.305 notificações, destacando dentre todas as diferentes ocupações, a de técnico em enfermagem, como uma das que apresenta mais ocorrências (174.253 casos) devido, sobretudo, ao manuseio inadequado de perfurocortantes, principalmente no recapeamento de agulhas, utilizando as duas mãos. Acompanhando essa forma de acidente, existem os agentes infecciosos (riscos biológicos) principais, os quais são o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), que têm 0,3% ou 0,09% de chance de infecção após contato percutâneo ou mucocutâneo; o Vírus da Hepatite B (HBV) com 30% de

risco de infecção após a intercorrência e o Vírus da Hepatite C (HCV) com uma taxa de 3% seguinte à exposição perfurocutânea. Dentre os vírus citados, exclusivamente o da Hepatite B possui vacina, entretanto ela não é a única medida preventiva recomendada para profissionais de saúde, os quais devem fazer uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Coletiva (EPC); realizar treinamento das equipes, higienizar as mãos antes e após o contato com o paciente e descartar adequadamente os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), além de outras ações que estejam de acordo com as normas vigentes e com as necessidades do serviço.

ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS NOS LABORATÓRIOS

Durante meados da década de 70, com o avanço da industrialização, o índice de acidentes sofridos pelos trabalhadores em empresas era altíssimo, mesmo após a implantação de normas que exigiam a contratação de profissionais especializados nas respectivas áreas. Dessa forma, pôde-se observar que os acidentes ocorridos eram devido ao desconhecimento dos tipos de riscos aos quais os trabalhadores eram diariamente submetidos, e, portanto, incapacitados de evitá-los. Diante deste fato, a Portaria nº 05, de 17 de agosto de 1992, do MTE, tornou obrigatória a elaboração de Mapas de Riscos para empresas que dispunham da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).

Mapas de Risco

Os Mapas de Riscos são representações, em gráficos ou tabelas, que apontam os riscos existentes em um determinado ambiente de trabalho, sendo preferencialmente expostos em locais de maior visualização por parte dos estudantes ou profissionais que circulam por essas áreas, a fim de que todos sejam orientados sobre os tipos de riscos, o grau e onde eles se encontram (Figura 1).

Os gráficos são representados por círculos e cores, considerando o grau de intensidade e a natureza do risco, respectivamente.

- *Grau de intensidade*: Os riscos apresentam diferentes graus/níveis de intensidade podendo ser representados em três categorias:
 - Círculo pequeno → Leve
 - Círculo médio → Moderado
 - Círculo grande → Elevado

- *Natureza do risco*: Os riscos são considerados de acordo com sua natureza e podem ser classificados em cinco diferentes tipos, cada um representado por uma cor específica:
 - Risco físico → Cor verde
 - Risco químico → Cor vermelha
 - Risco biológico → Cor marrom
 - Risco ergonômico → Cor amarela
 - Risco de acidentes → Cor azul

Esses dois parâmetros são utilizados conjuntamente para elaboração destes mapas, sendo imprescindível, para sua elaboração, considerar os seguintes tópicos:

1. Conhecer os setores do ambiente;
2. Enumerar as etapas de produção;
3. Listar os riscos existentes;
4. Elaborar o mapa;
5. Analisar os riscos;
6. Fazer um relatório explicando cada um deles;
7. Mostrar as atividades aos trabalhadores ocupantes dos espaços;
8. Implantar;
9. Acompanhar;
10. Avaliar as ações dos usuários.

Desse modo, o mapa pode evitar acidentes e orientar os usuários sobre o local de estudo, pesquisa, e/ou trabalho, sendo este comumente recomendado para as empresas e as instituições de ensino e pesquisa públicas e privadas.

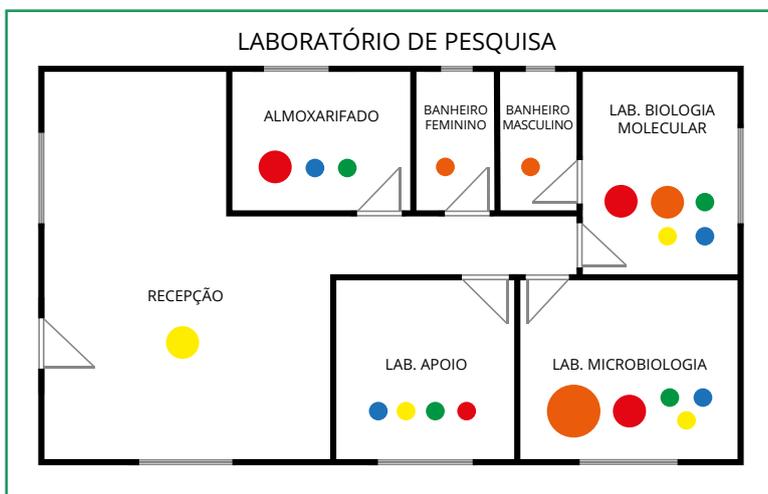


FIGURA 1: Representação esquemática de um mapa de risco referente a um laboratório de pesquisa

FONTE: Autoria própria.

Sinalização

A sinalização corresponde a uma alternativa rápida e eficaz para evitar acidentes em ambientes de risco e é representada pelo uso de símbolos e placas. É de extrema importância que todos os laboratórios que possuam algum tipo de risco tenham em sua estrutura placas sinalizadoras de segurança. Porém, para que essa medida seja eficaz, é necessário que os usuários tenham conhecimento prévio sobre os significados de cada uma dessas simbologias. O quadro abaixo representa algumas das principais sinalizações utilizadas em ambientes de risco.

QUADRO 1: Quadro representativo das principais sinalizações utilizadas em ambientes de risco

Sinalização	Descrição	Imagem
Obrigações	Indicam situações obrigatórias, utilizadas em instalações, acessos, aparelhos, instruções, procedimentos, dentre outros. São representadas em forma circular, pictograma branco e fundo azul.	<p>USO OBRIGATÓRIO DE LUVAS</p> <p>USO OBRIGATÓRIO DE BATA</p> <p>USO OBRIGATÓRIO DE SAPATOS FECHADOS</p>

Sinalização	Descrição	Imagem
Proibição	Indicam comportamentos proibidos de acordo com o pictograma inserido no sinal. São utilizados principalmente em instalações, acessos, aparelhos, instruções e procedimentos. Têm forma circular, contorno vermelho, pictograma preto e fundo branco.	
Perigo	Servem para alertar o trabalhador para ter mais atenção e cuidado em um determinado local, a fim de que este não se prejudique ou prejudique outras pessoas. Têm forma triangular, contorno vermelho e pictograma preto e fundo amarelo.	
Emergência	Servem para orientar os trabalhadores em situações de fuga ou emergenciais, como, por exemplo, incêndios, alagamentos e vazamentos de substâncias perigosas.	

FONTE: Autoria própria.

As placas devem ser legíveis, preferencialmente com letras em caixa alta, dimensões padronizadas e expostas em locais de boa visibilidade. A sua permanência deverá ocorrer enquanto as exigências persistirem no local.

Localização

A construção de ambientes que apresentam riscos deve ser avaliada cautelosamente. Para que esses ambientes sejam estruturados de modo seguro e capaz de desenvolver práticas adequadas, é necessário seguir algumas medidas de segurança, como a utilização do Programa de Necessidade, muito utilizado pelos arquitetos em seus

projetos. Assim, nele é feito um levantamento de todas as necessidades e disponibilidades do ambiente, para que, sucessivamente, o local seja selecionado de forma satisfatória e segura para os usuários, considerando não apenas a área interna, mas sobretudo as áreas externas seguindo as recomendações estabelecidas.

Esterilização ou desinfecção

É frequentemente observado que os termos esterilização e desinfecção sejam utilizados com o mesmo sentido. No entanto, existe diferença entre eles. A esterilização é “a eliminação ou destruição completa de todas as formas de vida microbiana, sendo executada no próprio serviço de saúde”, já a desinfecção não possui a capacidade de eliminação de endósporos bacterianos. Desse modo, pode-se ver que a esterilização é uma forma mais completa de descontaminação de um material ou objeto, visto que é composta pela total ausência de esporos microbianos. Esta deve ocorrer para artigos críticos (ver detalhes mais adiante neste capítulo), por exemplo: materiais cirúrgicos, implantes, agulhas de punção, cateteres cardíacos e vesicais; bem como para artigos semicríticos: materiais que entram em contato com a mucosa íntegra e/ou com a pele não íntegra do paciente.

- Existem diferentes tipos de esterilização. A tabela 2 descreve os principais tipos existentes.

TABELA 2: Descrição dos principais tipos de esterilização

Tipos	Descrição
Esterilização em estufa	É utilizado em instrumentos metálicos, não deve ser utilizado com objetos termossensíveis (plástico, papel, roupa) devido ao elevado grau de temperatura. Essa forma de esterilização vem sendo muito questionada devido às suas fragilidades no processo.
Esterilização a vapor	É o método utilizado nas autoclaves, aplicado a materiais metálicos ou plásticos termo resistentes. Atualmente é o método mais “adequado” dentre os utilizados para esterilização.
Óxido de etileno	Aplicados aos materiais que não podem ser utilizados na autoclave. Apresenta algumas desvantagens em relação aos riscos ao paciente e aos custos operacionais.

Tipos	Descrição
Radiação ionizante	Custo elevado comparado aos outros métodos. Frequentemente utilizado para órgãos transplantados.
Ondas curtas	Utilizado para inativação de cultura bacteriana, vírus e alguns esporos.

FONTE: Autoria própria.

O processo de esterilização é considerado bastante eficiente, quando nesse procedimento existe o processo de monitoramento, garantindo o controle de qualidade desse método. Dessa forma, a esterilização contribui positivamente para que materiais possam ser utilizados de maneira segura.

Componentes de segurança

As estruturas, principalmente as dos serviços de saúde por serem, na sua grande parte, ambientes de riscos em potencial, devem possuir sempre medidas de segurança e devem estar de acordo com as NR's, com as Resoluções de Diretoria Colegiada (RDC) e com as orientações das Organizações, como o Corpo de Bombeiros e conselhos específicos das áreas. Além disso, as suas instalações devem disponibilizar extintores de incêndio, chuveiro de emergência, lava olhos de emergência, detectores de alarme, sinalização de emergência, kits de primeiros socorros etc., estando sempre de acordo com os riscos presentes.

MEDIDAS DE PRECAUÇÃO PADRÃO

Após o HIV ser detectado em uma profissional de enfermagem durante a sua prática laboral em 1984, as autoridades mundiais de saúde começaram a refletir sobre métodos de prevenção de doenças infectocontagiosas entre os profissionais da área de saúde. Três anos seguintes, o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) publicou um compilado de normas a serem adotadas pelos serviços de saúde para isolamento e prevenção dos profissionais e pacientes contra essas patologias. Mais tarde, em 1996, esse conjunto de normas foi reformulado e instauraram-se as Medidas de Precaução Padrão (MPP).

As MPP são condutas que devem ser empregadas para prevenir Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS). Essas medidas devem ser aplicadas sempre que houver manipulação de sangue, excrementos, secreções, contato com mucosas e pele não íntegra, independente do conhecimento acerca do diagnóstico infeccioso do paciente. As MPP compreendem: higienização adequada das mãos do profissional, uso dos EPI e EPC, imunização e condutas adequadas após a exposição ao material biológico.

Higienização das mãos

As mãos são as principais vias de transmissão de doenças por infecção cruzada devido à vasta quantidade de microrganismos presentes na pele que podem ser transmitidos facilmente no contato com superfícies ou contato direto (pele com pele) com o outro. Além de eliminar patógenos, a higienização das mãos tem como finalidade eliminar sujeiras, oleosidade, suor, pelos e células descamativas. Recentemente, o termo “higienização das mãos” substituiu “lavagem das mãos” em razão daquele envolver mais formas de assepsia, como a higienização simples (água e sabão), higienização antisséptica (sabão antisséptico), fricção antisséptica (solução alcoólica) e a antisepsia cirúrgica.

A higiene das mãos pode ser efetuada com água e sabão, solução alcoólica a 70% ou utilizando antissépticos degermantes, a depender da finalidade almejada. Ela deve ser executada por todos os profissionais envolvidos direta ou indiretamente na assistência à saúde, antes e após qualquer procedimento clínico em contato com paciente e antes e após a manipulação de medicamentos, alimentos e materiais estéreis ou contaminados.

Esse procedimento é a medida mais simples, de baixo custo e eficaz indicada pelas autoridades de saúde para a prevenção de IRAS. No entanto, nem sempre esse ato foi considerado primordial. No ano de 1847, o médico húngaro Ignaz Philipp Semmelweis, na tentativa de comprovar sua teoria de que “partículas cadavéricas” presentes nas mãos da equipe que se deslocava da sala de autópsia para a ala de obstetrícia eram a causa da febre puerperal em parturientes, sugeriu que todos ao entrarem no centro cirúrgico fizessem a assepsia das mãos com água, sabão e solução de ácido clórico. Com essa prática, Semmelweis observou uma redução significativa na mortalidade daquelas pacientes (ver capítulo 3).

Adiante, em 1854, a enfermeira italiana Florence Nightingale também aplicaria os cuidados básicos com a higiene como ações indispensáveis antes de tratar soldados feridos na guerra da Crimeia, além de outras contribuições, como a idealização de espaços para tratar pacientes em estado grave, o que inspirou a criação das Unidades de Terapia Intensiva (UTI).

Embora seja comprovado cientificamente que a higiene das mãos é o principal procedimento empregado como medida de precaução padrão no atendimento de pacientes, muitos profissionais permanecem passivos e negligentes a essa prática. Fatores como tempo consumido nessa ação, infraestrutura inadequada, falta de insumos, efeitos de irritação na pele ou insuficiência educacional dos profissionais contribuem para a não adesão a essa conduta.

Um estudo quantitativo foi realizado no serviço de oncologia do hospital de referência de Aracaju – Sergipe, a fim de analisar a adesão de profissionais que prestam assistência oncológica na ala adulto e infantil à higienização das mãos. Durante o período de um ano (Dezembro de 2014 – Dezembro de 2015), foram observadas pelos pesquisadores ações corretas de higienização das mãos por alguns profissionais de saúde durante a entrada e saída do setor oncológico. Esse estudo revelou que houve 1.397 ações completas de higienização pelos trabalhadores e que a taxa global de adesão à essa conduta entre os profissionais era de 29%, ou seja, muito abaixo do esperado, o que representa um enorme perigo de aumento de casos de IRAS, principalmente em pacientes com quadro de imunodepressão. A Figura 2 representa uma ilustração de como deve ser o procedimento adequado para higiene das mãos.



FIGURA 2: Etapas da higienização adequada das mãos

FONTE: Autoria própria.

Uso dos Equipamentos de Proteção (EPI e EPC)

A utilização correta dos EPI e EPC também representa um importante método de prevenção contra as IRAS e acidentes ocupacionais. O uso inadequado ou o não uso desses materiais podem colocar em risco a saúde física de profissionais e pacientes. É incluído como EPI todo aquele objeto utilizado para proteger, principalmente, o usuário. São exemplos de EPI: luvas, máscaras, gorros, aventais, sapato fechado, protetor facial (face shield) e óculos. Já os EPC são aqueles desenvolvidos para proteger todos os funcionários no serviço de saúde. Podem ser citados como exemplo de EPC: extintores de incêndio, chuveiro de emergência, lava-olhos de emergência, cabine de segurança biológica e kit de primeiros socorros. Informações adicionais podem ser encontradas no capítulo 2.

Imunização

A portaria do MT – NR nº 32 – Saúde e Segurança no Trabalho de Serviço de Saúde preconiza que todo profissional de saúde, por encontrar-se diariamente exposto a inúmeras moléstias laborais, precisa estar devidamente vacinado com todas as vacinas disponíveis de eficácia comprovada. No Brasil, as vacinas são fornecidas gratuitamente pelo Sistema Único de Saúde (SUS) ou pelo empregador e devem obedecer às diretrizes do Ministério da Saúde (MS). Informações adicionais podem ser encontradas no capítulo 5.

Condutas pós-exposição ocupacional a material biológico

O profissional de saúde tem maior suscetibilidade a adquirir doenças ocupacionais provenientes de material biológico, como a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), hepatite B (HBV) e C (HCV), devido ao constante contato com sangue e secreções orgânicas durante a jornada de trabalho.

Estes profissionais podem ser expostos aos materiais biológicos de diferentes formas: percutânea (quando a causa da lesão são materiais perfurocortantes); mucosas (quando há respingos em mucosas como boca, nariz e olhos); cutânea (quando há contato direto com pele não íntegra) e por mordeduras humanas, principalmente se for identificada a presença de sangue.

Em uma situação de exposição ao material biológico, o profissional deve notificar de imediato o Centro de Referência no Atendimento a Acidentes Ocupacionais da região e emitir a comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), para que sejam tomadas as medidas de quimioprofilaxia adequadas.

As medidas de quimioprofilaxia devem ser realizadas por serviço especializado e têm como objetivo a reversão do risco para as doenças citadas, atuando na verificação da imunidade do trabalhador contra o HBV (Anti HBs), vacinação (caso seja necessário), sorologia do trabalhador e paciente e administração de medicamentos antirretrovirais. Dessa forma, será possível reverter prejuízos ocupacionais para a instituição e, principalmente, para a saúde dos envolvidos.

Embora as medidas de precaução padrão sejam recomendadas pelo CDC dos Estados Unidos, ratificadas pelo MS e comprovadamente fundamentais para reduzir exposições a material biológico potencialmente contaminado e IRAS, os profissionais de saúde adotam comportamentos de risco ao não executarem as medidas conforme previsto. Fatores como tempo de experiência, idade, pressão, carga horária excessiva de trabalho e insuficiência educacional podem contribuir para essa prática arriscada que coloca a saúde de todos em risco. As Instituições de Saúde devem, portanto, direcionar estratégias para aumentar a aderência da equipe de saúde às MPP a fim de promover a Biossegurança para o profissional e paciente.

DESINFECÇÃO

Antes de discorrer em específico sobre desinfecção, é adequado compreender as nuances da descontaminação como um todo. Esta corresponde à eliminação de microrganismos patogênicos de um artigo (um objeto), o qual poderá ser utilizado com segurança para o paciente e para o profissional. Na prática, ela envolve a desinfecção e a esterilização, além da limpeza que precede essas duas. O papel da limpeza é necessário para garantir a atuação eficaz dos outros dois estágios de descontaminação, de modo que sua precedência é obrigatória.

Por conceito, a desinfecção consiste na eliminação de todos os microrganismos – excetuando-se os que estão no estado esporulado – dos artigos aplicados na área da saúde e nas superfícies. É verdade que algumas substâncias desinfetantes até conseguem eliminar esporos bacterianos, porém para isso é necessário um tempo de

exposição prolongado, de forma que a capacidade de eliminação dos endósporos é o diferencial entre a desinfecção e a esterilização, a qual consegue destruir de maneira eficiente qualquer forma de vida microbiana – incluindo tais esporos.

Há um parâmetro importante responsável por classificar alguns aspectos da desinfecção em níveis. Ele consiste na distinção das substâncias e das técnicas aplicadas no expurgo de contaminantes com base nas suas eficiências, ou seja, na amplitude da ação antimicrobiana e na velocidade de ação. Em geral, os desinfetantes de baixo nível destroem boa parte das bactérias vegetativas, além de alguns tipos de vírus e de fungos, não agindo, por exemplo, sobre o bacilo da tuberculose e sobre os esporos bacterianos. Já os desinfetantes de nível intermediário destroem as bactérias vegetativas, boa parte dos vírus e dos fungos, agindo sobre o bacilo da tuberculose, mas não sobre os esporos bacterianos. Por fim, os desinfetantes de alto nível destroem todos os microrganismos com exceção dos esporos bacterianos. Dos tipos citados, os primeiros agem em cerca de 10 minutos; os seguintes em mais de 30 minutos, e os últimos entre 10 e 30 minutos.

Na aplicação objetiva da desinfecção no serviço de saúde, não se pode deixar de lado a classificação da criticidade dos artigos – a qual é dada em função do grau de contato do equipamento com o paciente –, pois tal distinção permite definir qual o nível de desinfecção ou até a esterilização que deve ser aplicada no material.

Os artigos considerados não-críticos apenas entram em contato com a pele íntegra do paciente e demandam desinfecção de baixo nível ou de nível intermediário.

Os artigos considerados semi-críticos entram em contato com a mucosa íntegra e/ou com a pele não íntegra do paciente e demandam desinfecção de alto nível e, caso o material permita, é conveniente a esterilização por mais segurança.

Enfim, os artigos críticos entram em contato, por penetração através da pele e/ou de mucosas, com o sistema vascular de maneira direta, e a única opção germicida relacionada a esse grupo é a esterilização, por sua atuação gerar um alto risco de infecção, exigindo, assim, essa descontaminação mais rigorosa.

Ademais, para preservar a esterilização dos outros equipamentos, também é classificado como artigo crítico – e conseqüentemente esterilizado – todo material que fizer parte de um sistema com outro artigo crítico.

BARREIRAS FÍSICAS DE PROTEÇÃO

Em serviços de saúde, é necessário ter um cuidado rigoroso com as barreiras físicas de proteção. O uso dessas barreiras é recomendado devido à alta prevalência de respingos e aerossóis decorrentes de alguns procedimentos, além do contato constante das mãos em superfícies e objetos.

Esse cuidado tem como objetivo controlar contaminações em superfícies e mobiliários que se localizam em torno do profissional e paciente e estão mais suscetíveis ao risco de contaminação cruzada. As barreiras físicas de proteção são representadas por filmes plásticos, algodão estéril, tecido não tecido (TNT) e pontas plásticas para superposição em seringa tríplice odontológica.

As barreiras devem ser utilizadas somente nas superfícies que serão usadas durante o atendimento, como os botões de equipamentos, alças da cadeira, encosto, mocho, equipamentos utilizados nos procedimentos, superfície da bancada, no carrinho auxiliar e alguns instrumentos.

Vale salientar que, a cada atendimento, as barreiras devem ser trocadas. Os equipamentos e superfícies devem ser limpos e desinfetados caso a barreira tenha se danificado. Esta desinfecção poderá ser feita com álcool a 70%, quaternário de amônio de 5ª geração com biguanida ou ácido peracético. Dessa forma, é possível eliminar riscos de contaminação cruzada entre os pacientes e a equipe de saúde, resultante do procedimento clínico realizado.

RADIOPROTEÇÃO

A radiação consiste na emissão de energia através do espaço. Esse processo pode ocorrer em forma de onda eletromagnética ou partícula. De acordo com a quantidade de energia, a radiação pode ser classificada como ionizante ou não ionizante.

A energia liberada pela radiação ionizante é capaz de colocar os átomos em estado de excitação, quebrar moléculas e, como consequência, formar íons e radicais livres altamente reativos, que podem atingir moléculas muito importantes como é o caso do DNA no núcleo da célula.

Para que um material biológico seja ionizado, é necessário que a energia liberada pela radiação seja maior do que a energia de ligação

que mantém os elétrons unidos aos átomos. Um exemplo muito conhecido de radiação ionizante, com frequência superior a radiação ultravioleta, são os raios X, que podem penetrar em nosso corpo e revelar imagens de ossos e órgãos internos. Entre outros exemplos relacionados à saúde e ao auxílio de diagnósticos, encontramos também a radioterapia, aplicadores, mamografia, tomografia e os marcadores radioativos.

A radiação não ionizante é aquela parte do espectro eletromagnético, na qual não há energia suficiente para provocar ionização. Entre os exemplos de radiação não ionizantes, encontram-se a radiação ultravioleta (UV), luz visível, infravermelho (IV), micro-ondas (MW), radiofrequência (RF) e radiação de baixa frequência (RBF).

As partículas Alfa possuem uma maior massa e carga elétrica e baixa velocidade, logo, apresentam um poder de penetração muito baixo, não sendo capazes de atravessar uma folha de papel ou as camadas externas de células mortas da pele de uma pessoa. Por essa razão, as partículas alfas são em sua maioria inofensivas ao ser humano, causando apenas danos mínimos, a não ser em casos cuja penetração no organismo se dá através de um ferimento ou por aspiração. Nesses casos, lesões graves podem ser provocadas.

As partículas Beta, por sua vez, apresentam uma alta velocidade, sendo capazes de ultrapassar aproximadamente um centímetro nos tecidos. Elas conseguem causar danos à pele, porém não atingem órgãos internos, exceto quando são ingeridas ou aspiradas.

Os raios gama apresentam altíssima velocidade, que se iguala à da luz. Atravessam todas as barreiras que os raios alfa e beta não são capazes de atravessar e, igualmente aos raios-X, são extremamente penetrantes, sendo detidos somente por uma parede de concreto ou metal.

Os efeitos da radiação ionizante são bioacumulativos, isto é, podem ser absorvidos e retidos pelos organismos vivos, manifestando-se em curto ou longo prazo, de acordo com a dose, tempo de exposição e extensão da exposição. Embora as células do nosso corpo sejam extremamente eficientes no reparo de danos por emissão radioativa, há casos em que ocorrerá a formação de câncer ou morte celular.

A radiação ionizante em baixas doses não causam efeitos imediatos à saúde, porém a exposição frequente a longo prazo traz graves danos ao sistema imunológico e hematológico, esterilidade, abortos, danos ao desenvolvimento de fetos devido às mutações nas células reprodutoras e diversos tipos de câncer.

Um nível muito alto de exposição à radiação durante um curto período de tempo pode causar sintomas, como: náuseas, vômitos, diarreia, depressão no sistema sanguíneo, hemorragia, infecções, perda de pelos, esterilidade, inflamação dos pulmões, danos no sistema nervoso e cardiovascular, podendo, também, resultar em morte nas horas, dias ou semanas seguintes. Isso é conhecido como síndrome de radiação aguda. Essa síndrome é rara e consequência de eventos extremos, como uma explosão nuclear, manipulação acidental ou ruptura de uma fonte altamente radioativa.

Os profissionais de saúde, principalmente aqueles que atuam em setores de hemodinâmica, diagnóstico por imagem, e em hospitais estão mais propensos aos efeitos crônicos da radiação ionizante tendo em vista repetidas exposições. Devido a essa razão, medidas de proteção são necessárias. Sendo assim, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão federal vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, é responsável pelo regulamento das atividades nucleares no Brasil e, por meio da Norma CNEN - NN - 3.01 de 01 de janeiro de 2005, define a radioproteção como:

Conjunto de medidas que visam a proteger o ser humano e seus descendentes contra possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante, e envolve o manuseio, a produção, a posse e a utilização de fontes, bem como o transporte, o armazenamento e a deposição de materiais radioativos, abrangendo todas as atividades relacionadas que envolvam ou possam envolver exposição à radiação.

A radioproteção se baseia em três princípios básicos: a justificativa, a otimização da proteção e a limitação da dose. A justificativa estabelece que qualquer atividade envolvendo a radiação ou exposição não deverá causar mais prejuízos à saúde do que benefícios. O princípio de otimização institui que a proteção radiológica deverá ser aprimorada ao ponto em que as doses individuais, o número de pessoas expostas e a probabilidade de exposições acidentais sejam os mais baixos possíveis. Para que isto ocorra, torna-se indispensável o uso de recursos de proteção individual e coletivo, instalações laboratoriais adequadas e utilização correta dos procedimentos e equipamentos de trabalho. Por fim, as limitações das doses são estabelecidas pela CNEN, e o controle dos níveis de radiação está fundamentado em três parâmetros: tempo, distância e blindagem.

Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE) têm sua dose acumulada proporcional ao tempo de exposição. Sendo assim, ao limitarmos

o tempo em que a pessoa permanece exercendo sua atividade em um local provido de fontes de radiação, podemos controlar a dose de radiação recebida. Outra forma de controlar a dose é através da distância: quanto mais distante o profissional estiver da fonte de radiação, menor será a sua exposição.

Além dessas alternativas, também é possível controlar a dose através da blindagem ou barreira. Essa prática consiste no uso de materiais específicos (como o elemento Chumbo) que são capazes de minimizar e até mesmo deter a radiação primária ou difundida, garantindo a segurança radiológica do profissional, paciente e do ambiente circunvizinho. Biombos, coletes, protetores de gônadas e de tireoide são alguns exemplos de blindagem. O controle a exposição é feito pela monitorização com a finalidade da limitação da dose e proteção dos trabalhadores. Dentre os tipos, está a monitorização pessoal, da radiação externa, da contaminação interna e da monitorização de área.

Há diversos métodos que possibilitam a quantificação da energia da dose de radiação e permitem um aprofundamento teórico sobre os efeitos da radiação ionizante na matéria. Um detector deve possuir algumas características, como apresentar uma resposta linear à dose absorvida, ser altamente sensível, sendo capaz de identificar pequenas doses e ser estável ao longo do tempo.

A escolha do detector dependerá do tipo de radiação, intervalo de resposta, precisão, tipo de informação desejada, ambiente de trabalho, características operacionais e de custo. Os dosímetros, por exemplo, medem determinadas grandezas radiológicas ou operacionais, apresentando resultados relacionados ao corpo, ao órgão ou ao tecido humano.

Dentre os procedimentos de segurança que garantem a minimização de risco e a proteção dos profissionais estão a lavagem de mãos antes e depois de manusear materiais radioativos, o uso de EPIs, a delimitação do acesso, a proibição de armazenamento e consumo de alimentos nos locais de uso de radiação, o uso de roupas de proteção exclusivas no ambiente de trabalho e a fixação do símbolo internacional de "Radioatividade" na entrada do laboratório e na área de apoio ao laboratório. É de suma importância também garantir a capacitação de toda a equipe em relação às medidas de segurança e emergência, a realização de inspeção de saúde periódica e a atenção aos procedimentos de cuidados após a exposição à radiação.

Cabe ressaltar que, embora a radiação ionizante tenha contribuído significativamente no diagnóstico mais preciso e no tratamento

de doenças, sua exposição pode provocar diversos danos biológicos irreversíveis, principalmente aos profissionais de saúde. Por essa razão, a radioproteção é tão importante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Biossegurança, principalmente em serviços de saúde, consiste em condutas e posturas para proteger o indivíduo e a natureza em ambiente de risco potencial. De acordo com seu conceito e sua importância nos dias atuais, os locais destinados à prática clínica e laboratorial devem seguir critérios e requisitos específicos para que os riscos existentes nessas atividades sejam minimizados e os acidentes sejam evitados.

Conhecendo a função da Biossegurança não é difícil concluir que o estudo dos riscos é necessário e pertinente. No entanto, fatores como tempo de experiência, idade e jornada de trabalho podem levar a comportamentos inadequados comprometendo a saúde de todos os envolvidos no ambiente de trabalho. São estes alguns dos maiores desafios a serem enfrentados pela Biossegurança.

REFERÊNCIAS

- ANACLETO, A. S. C. B.; PETERLINI, M. A. S.; PEDREIRA, M. L. G. Higienização das mãos como prática do cuidar: reflexão acerca da responsabilidade profissional. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 70, n. 2, p. 461-464, 18 set. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=267050430031>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- ANVISA. **Segurança do paciente**: higienização das mãos. Brasília, [21--]. 100 p. Disponível em: https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/paciente_hig_maos.pdf. Acesso em: 11 dez. 2020.

- BATISTA, Vinícius Martins Dias *et al.* Radiological protection in the perspective of health professionals exposed to radiation. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 72, supl. 1, p. 9-16, fev. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672019000700009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 dez. 2020.
- BORGES, L. C. Desinfecção. *In*: BORGES, L. C. **Odontologia segura: Biossegurança e segurança do paciente**. [S. l.]: Associação Brasileira de Odontologia, 2018. p. 23-25. Disponível em: <https://www.abo.org.br/uploads/files/2018/06/manual-de-biosseguranca-revisado.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- BORGES, L. C. Prevenção Padrão. *In*: BORGES, L. C. **Odontologia segura: Biossegurança e segurança do paciente**. [S. l.]: Associação Brasileira de Odontologia, 2018. p. 14-23. Disponível em: <https://www.abo.org.br/uploads/files/2018/06/manual-de-biosseguranca-revisado.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- BORGES, L. C. Barreiras físicas de proteção. *In*: BORGES, L. C. **Odontologia segura: Biossegurança e segurança do paciente**. [S. l.]: Associação Brasileira de Odontologia, 2018. p. 25-27. Disponível em: <https://www.abo.org.br/uploads/files/2018/06/manual-de-biosseguranca-revisado.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- CHIODI, M. B.; MARZIALE, M. H. P. Riscos ocupacionais para trabalhadores de Unidades Básicas de Saúde: revisão bibliográfica. **Acta Paulista de Enfermagem**, [S. l.], v. 19, p. única, abr./jun. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002006000200014. Acesso em: 16 dez. 2020.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes básicas de proteção radiológica**. D.O.U.: nov. 14, 2005. (CNEN-NN-3.01).
- FILHO, N. S. *et al.* **Biossegurança em laboratórios**. São Luis: Universidade Federal do Maranhão, [entre 2010 e 2020]. 16 p. Disponível em: <http://www.ufma.br/portaUUFMA/arquivo/3c85c88c4fc6e33.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2020.
- DA SILVA, E. J.; LIMA, M. G.; MARZIALE, M. H. P. O conceito de risco e os seus efeitos simbólicos nos acidentes com instrumentos perfurocortantes. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília - DF, p. 1-6, set./out. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/reben/v65n5/14.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.

DE SOUZA, E.; SOARES, J. P. M. Correlações técnicas e ocupacionais da radiologia intervencionista. **J. Vasc. Bras.**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 341-350, dez. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-54492008000400009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 dez. 2020.

FIORAVANTI, R. L. *et al.* **Manual de Biossegurança**. Espírito Santo: Laboratório Central de Saúde Pública, p. 21-22, 2019.

FLORIANO, D. R. *et al.* Cumprimento às precauções-padrão por profissionais de enfermagem no atendimento de alta complexidade. **Escola Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, 7 fev. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-81452019000200203&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 9 dez. 2020.

GALINDO, E. F. Biossegurança: do conceito à prática. *In*: ARAÚJO, A. P. *et al.* **Biossegurança em foco**. Recife: [s. n.], 2020. p. 15-21. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1_jZHUh1jkjSvPAo8LB58f9iTFtGj3aO7/view. Acesso em: 16 dez. 2020.

GALINDO, E. F.; REIS, C. R. S. **Biossegurança em foco**. Pernambuco: FIOCRUZ, 2020. p. 135-151.

KALIL, E. M.; COSTA, A. J. Fernando da. Desinfecção e esterilização. **Revista Acta Ortopédica Brasileira**, [S. l.], p. 1-4, out./dez. 1994. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~microgeral/arquivos/pdf/pdf/Esterilizacao.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasília - DF). 1994. **Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde**, Brasília - DF: Ministério da Saúde, p. 7-8, 1994. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/superficie.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasília). Oficina de Biossegurança em Saúde. Biossegurança em saúde: prioridades e estratégias de ação. *In*: Oficina de Biossegurança em Saúde, 2009, Brasília. **Biossegurança em saúde: prioridades e estratégias de ação**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. p. 13-16.

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/ Medicina Laboratorial. Principais patógenos. *In*: MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. **Prevenção de acidentes por material perfurocortante**: gestão da fase pré-analítica: recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. [S. l.: s. n.], [20--]. cap. 4, p. 7-9. Disponível em: <http://www.sbrafh.org.br/site/public/temp/4f7baaa733121.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (Brasília - DF). Portaria MTE n.º 485, de 11 de novembro de 2005. **Norma regulamentadora 32**: NR 32 - Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde, Brasília-DF, p. 1-40, 16 nov. 2005. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/legislacao/NR-32.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- NETO, J. A. C. *et al.* Conhecimento e adesão às práticas de biossegurança entre estudantes da área da saúde. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, Minas Gerais, v. 21, n. 82-87, n. 2, p. 82-87, 12 dez. 2017. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20180103_165437.pdf. Acesso em: 9 dez. 2020.
- NETO, J. A. C. *et al.* Conhecimento e adesão às práticas de biossegurança entre estudantes da área da saúde. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, [S. l.], v. 21, p. 1-6, dez. 2017/ fev. 2018. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20180103_165437.pdf. Acesso em: 16 dez. 2020.
- OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 dez. 2020.
- PEDROSO, T.; COLLI, W. Breve história da lei de biossegurança do Brasil. **Revista Questão de Ciência**, [S. l.], p. 1-5, 29 jan. 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1105650/1/ARTIGO2MariaPedrozo.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

- RODRÍGUEZ, E. O. L. *et al.* Aderência de profissionais de saúde à higienização das mãos. **Revista de Enfermagem**, Recife, v. 12, n. 6, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/230841>. Acesso em: 9 dez. 2020.
- SOUSA, F. F. *et al.* A utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva por profissionais de saúde: revisão integrativa. **Revista de Atenção à Saúde**, São Caetano do Sul, v. 16, n. 58, p. 102-108, 15 abr. 2019. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_ciencias_saude/article/view/5667. Acesso em: 11 dez. 2020.
- VALIM, M. D.; PINTO, P. A.; MARZIALE, M. H. P. Questionário de conhecimento sobre as precauções-padrão: estudo de validação para utilização por enfermeiros brasileiros. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, v. 26, n. 3, 21 set. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072017000300324&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 9 dez. 2020



EPIs, EPCs, BPLs E CIPA

Como eles podem ajudar no desenvolvimento de hábitos biosseguros?

David Albert Dodoo
Ana Vitória Marcena Coutinho
Diego Santana Jerônimo da Silva
Pedro Veiga da Costa
Bruno Oliveira de Veras
Jorge Luiz Araújo-Filho

INTRODUÇÃO

Todos os profissionais estão sujeitos a inúmeros riscos ocupacionais que podem comprometer a sua saúde e bem-estar. Sendo assim, faz-se necessário a utilização de dispositivos que lhes garantem segurança ao exercer a sua função. Para os profissionais da área da saúde, sobretudo, há uma maior exposição aos riscos biológicos, os quais podem ser representados pelos agentes biológicos, como: microrganismos, parasitas, toxinas e príons (ver Capítulo 1).

A sensibilização a esses riscos impulsionou a aplicação de medidas de Biossegurança aos serviços de saúde com o uso de Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva (EPI e EPC), a elaboração de Boas Práticas Laboratoriais (BPL) e a criação de Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPA), visando minimizar a possibilidade de acontecimentos negativos nesses ambientes de trabalho. Este capítulo tem como objetivo principal analisar essas modalidades de proteção e refletir sobre o uso das práticas biosseguras.

DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO SOBRE PRÁTICAS BIOSSEGURAS NO CONTEXTO HOSPITALAR

Conforme descrito no Capítulo 1, em meados do século XIX, o médico obstetra húngaro Ignáz Semmelweis enfrentou altas taxas de mortalidade materna entre suas pacientes e desenvolveu um estudo para identificar as causas. Sem o conhecimento do termo apropriado, Semmelweis hipotetizou que 'partículas de morte' foram transportadas dos defuntos às mulheres na hora do parto. Assim, em 1847, exigiu uma política de lavagem de mãos antes de entrar nas salas de parto. Essa simples instrução resultou na diminuição de quase 50% das mortes maternas, sendo considerada uma das maiores descobertas da saúde pública.

O surgimento, também, da teoria dos germes, estudada pelo cientista francês Louis Pasteur durante esse mesmo período, possibilitou avanços nas pesquisas das etiopatogenias de doenças. O seu interesse em micróbios foi fundamental para a abolição de argumentos abiogênicos em favor da biogênese. Isso influenciou a descoberta das origens microbianas de diferentes enfermidades, como cólera, hanseníase, hepatite, entre outras, através do estudo de microrganismos como fungos, bactérias e vírus. A partir dessas informações, houve uma maior compreensão da epidemiologia, favorecendo a elaboração de protocolos que asseguravam a proteção do profissional de saúde, fornecendo-lhe equipamentos e legislações projetadas para a prevenção de acidentes em atividades relacionadas à saúde.

A higienização das mãos, o uso de máscara e luvas: esses comportamentos comuns à área da saúde não devem ser minimizados devido à sua simplicidade. Partes essenciais à Biossegurança, os EPIs, EPCs e BPLs são necessários para garantir não somente a segurança do médico, dentista, enfermeira etc., mas também a do paciente e a da sociedade como um todo. No entanto, parece que a aderência a esses hábitos biosseguros está sujeita a critérios subjetivos, uma atitude perigosa que aumenta a exposição a patógenos. A autoconfiança, desconforto, estresse e a falta de conhecimento sobre protocolos de Biossegurança são alguns dos motivadores da resistência ao uso de EPIs, por exemplo, evidenciando a necessidade de maior conscientização sobre os benefícios desses equipamentos e o seu manuseio adequado para reduzir os riscos ocupacionais enfrentados por esses trabalhadores no seu cotidiano.

É importante salientar que a presença dessas medidas é indispensável para a formação de um ambiente de trabalho seguro e a

manutenção de um padrão de serviço alto sem a produção de situações adversas tanto para o profissional quanto para o paciente. Sendo assim, abaixo serão descritos os tópicos relacionados ao desenvolvimento de hábitos biosseguros.

Equipamento de Proteção Individual (EPI)

Segundo a Norma regulamentadora, NR 6, estabelecida pelo Ministério de Trabalho e Emprego (MTE), um EPI é qualquer dispositivo ou produto que protege o usuário de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho, sendo necessário um Certificado de Aprovação (CA). Esta regra obriga o empregador a disponibilizar esses equipamentos aos seus trabalhadores, adquirindo o material adequado aos riscos de cada atividade e a devida orientação e treinamento do empregado sobre o seu uso, manuseio, armazenamento e conservação. A legislação também determina como responsabilidade do empregador assegurar o fornecimento gratuito desses equipamentos em condições perfeitas de estado, realizar a sua manutenção e demandar o seu uso durante o trabalho.

Já pela parte do trabalhador, cabe a responsabilidade pelo uso apropriado do produto para a finalidade a que se destina, a guarda e conservação desse material, assim como seguir as diretrizes do seu empregador quanto ao uso adequado do equipamento e informá-lo sobre quaisquer alterações que o torne impróprio para uso.

Os EPIs servem como barreiras físicas que previnem a dispersão de micróbios infecciosos de um paciente para outro, ou do profissional para o paciente e vice-versa. Incluem-se nessas medidas de prevenção a higienização das mãos, processos de desinfecção, esterilização de materiais hospitalares e a limpeza do ambiente hospitalar. Classifica-se os EPIs em zonas corporais a proteger: proteção da cabeça, proteção dos olhos e face, proteção auditiva, proteção respiratória, proteção do tronco, proteção dos membros superiores, proteção dos membros inferiores, proteção do corpo inteiro e proteção contra quedas com diferença de nível. Alguns exemplos de EPIs são: capacete, óculos, visor facial, máscara, gorro, jaleco, avental, luvas, calçados (Figura 1).

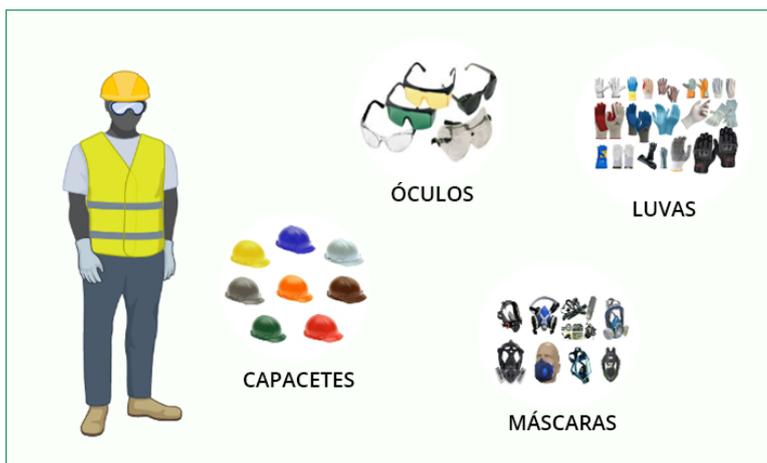


FIGURA 1: Exemplos de EPIs passíveis de utilização

FONTE: Autoria própria.

Equipamento de Proteção Coletiva (EPC)

Os EPCs servem para promover a segurança, ou seja, para a proteção e integridade de um grupo de pessoas, visando a diminuição dos riscos de acidentes nos locais de trabalho e projetados de acordo com as atividades a serem realizadas naqueles ambientes. Na legislação brasileira, eles são exigidos pela NR 4 e a NR 9 propostas pelo MTE.

A NR 4 faz menção aos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) cuja obrigação é aplicar os conhecimentos de engenharia de segurança e de medicina do trabalho para erradicar ou minimizar os riscos de acidentes expostos aos trabalhadores, requerendo constante interação com a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) para a elaboração de um plano de ação eficiente (ver tópico adiante).

Em conjunto com a SESMT, a NR 9 determina a formação e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), por parte dos empregadores, com o objetivo de preservar a saúde e integridade dos empregados ao prever, reconhecer, avaliar e, assim, controlar a ocorrência de riscos ambientais presentes ou que podem surgir no local de trabalho. A sua principal função é garantir a existência de medidas de proteção coletiva e fiscalizar a sua implementação, mantendo o uso de EPIs como alternativa quando há uma

Um dos aspectos mais importantes das BPLs é a criação do Procedimento Operacional Padrão (POP). Este corresponde a um conjunto de diretrizes formuladas para a padronização das ações realizadas num processo laboratorial. O documento deve contemplar todas as atividades feitas no local e também as condições adequadas para garantir segurança ao indivíduo, com o intuito de reduzir a ocorrência de erros e riscos de acidentes simultaneamente.

Para a elaboração de um POP eficiente é preciso seguir alguns princípios básicos:

- Anotar todas as atividades rotineiras no laboratório;
- Registrar as informações em um documento. Registro que deve ser feito por um profissional familiarizado com a aplicação, condução e interpretação dos processos;
- Usar a linguagem apropriada ao grau de instrução das pessoas envolvidas nas tarefas, ou seja, de preferência, uma linguagem simples e objetiva.

Abaixo encontram-se algumas recomendações de BPL's:

- Os produtos químicos tóxicos devem estar devidamente identificados e armazenados;
- A sinalização de emergência deve estar presente nos laboratórios;
- Os protocolos de rotina devem ser mantidos para reportagem ao supervisor em caso de acidentes;
- Os materiais utilizados nas atividades laboratoriais devem ser descartados adequadamente;
- É proibido pipetar com a boca;
- É proibido comer, beber ou preparar alimentos no laboratório;
- É obrigatório o uso do jaleco dentro do laboratório;
- É recomendado utilizar sempre sapato fechado;
- É recomendado lavar as mãos antes e após os experimentos;
- É recomendado manter os cabelos presos;
- É recomendado não atender celular quando estiver no laboratório;
- É recomendado manter a organização na bancada;
- É recomendado trabalhar no laboratório sempre acompanhado.

Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)

As CIPAs surgiram no Brasil por volta de 1944. Elas foram introduzidas pelas empresas estrangeiras instaladas no país e tinham o objetivo de garantir os cuidados com a segurança do trabalhador. Desde então, tornou-se um agente vital na prevenção de acidentes no ambiente de trabalho. Esta comissão normalmente é composta por representantes do empregador e dos empregados cuja função é a prevenção de acidentes e doenças resultantes do trabalho, sempre priorizando a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador. A formação da CIPA é determinada pelo artigo 163 da Consolidação das Leis do Trabalho e regulamentada pela NR 5.

O grupo serve para identificar os riscos das atividades de trabalho, elaborar mapas de riscos, fiscalizar as condições de trabalho e indicar sugestões preventivas para a solução desses problemas, a fim de criar um espaço seguro para a realização de qualquer operação laboral. Segundo essa NR, o número de funcionários de uma empresa determina a necessidade da formação dessa comissão; caso haja um número superior a 20 trabalhadores, a empresa deverá possuir a CIPA. No entanto, as que se encontram abaixo desse limite devem fornecer o devido treinamento aos seus funcionários, com o objetivo de preservar a segurança e o bem-estar no espaço de trabalho.

É responsabilidade dessa comissão a divulgação de informações relativas à segurança e à saúde aos trabalhadores, indicando as medidas necessárias para enfrentá-las como, por exemplo, a implementação de EPI e EPC nos locais de trabalho. Além da representatividade das categorias do empregador e do empregado, a comissão deve conter um presidente, vice-presidente e secretário. Cada mandato possui duração de um ano com possibilidade de reeleição e conta com votação secreta dos trabalhadores para a escolha do vice-presidente e secretário. Já o presidente é escolhido, normalmente, pela diretoria da empresa. Cabe ao empregador/gestor providenciar aos participantes da CIPA as condições adequadas para o funcionamento da comissão; e cabe aos funcionários da empresa colaborar ao elegerem seus representantes, indicarem situações de risco e comunicarem sugestões para a melhoria do ambiente de trabalho, sempre aderindo às suas recomendações.

DESENVOLVIMENTO DE HÁBITOS BIOSSEGUROS E SUA RELAÇÃO COM OS ASPECTOS DO AMBIENTE DE TRABALHO

Em épocas de crise na saúde global, como na pandemia da Covid-19, fica clara a necessidade de haver um maior desenvolvimento de hábitos biosseguros por toda população. Mesmo com uma relativa sensibilização social para a importância da utilização de EPIs, como máscaras e luvas, e para a adesão a protocolos de segurança como o isolamento social, existem diversos aspectos da Biossegurança que permanecem ausentes no cotidiano de muitas pessoas. Dessa forma, torna-se importante compreender as interações de certas esferas da Biossegurança entre si e suas relações com o indivíduo, mais especificamente no seu ambiente de trabalho, e como isso ajuda no combate a crises sanitárias, por exemplo.

No Brasil, a segurança do trabalho sempre foi um tema pouco discutido. Isto fica evidente quando analisados os dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho que indicam que mais de 4,5 milhões de notificações de acidentes de trabalho foram registradas entre 2012 e 2018 no país. Esse despreparo para lidar com as questões de segurança fez com que o Brasil fosse o 4º país no ranking mundial de acidentes do trabalho, segundo a Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT).

Para entendermos melhor a segurança no trabalho é válida a análise da relação que os EPIs, EPCs, BPLs e as CIPAs têm entre si e com o trabalhador, pois conhecendo essas interações nos tornamos conscientes e atentos para proporcionarmos e mantermos um ambiente de trabalho seguro e eficiente; tendo em vista que os acidentes de trabalho são, quase que em sua totalidade, provocados por alguma falha na relação entre o indivíduo e o seu local de trabalho. Para maximizar a segurança durante a realização das suas atividades, o trabalhador deve sempre seguir os protocolos de utilização dos equipamentos e as diretrizes de segurança estabelecidas para o meio no qual ele está inserido.

A utilização dos EPIs é um direito e dever dos trabalhadores que lidam com determinados aspectos de risco no seu dia a dia. Essa obrigatoriedade é definida e especificada pela legislação e varia de acordo com a natureza laboral. Por exemplo, os EPIs utilizados num laboratório de pesquisa vão diferir bastante dos utilizados por trabalhadores da área de construção, pois os riscos aos quais esses dois grupos de indivíduos se expõem são diferentes, específicos, e ligados à sua rotina e ambiente de trabalho.

Os EPIs podem ser empregados para proteger diversas regiões corporais contra múltiplos agentes danosos gerados pelo ambiente. É importante destacar que esses equipamentos não devem ser compartilhados entre os trabalhadores e, em alguns casos, devem ser descartados após o uso. A imensa diversidade desses equipamentos impossibilita a menção individual, mas pode-se entender o seu contexto geral de utilização e abrangência quando se observa que itens, como jalecos, máscaras, luvas, aventais, óculos de segurança, botas, respiradores e dosímetros de radiação ionizante, podem atuar de maneiras diversas, porém todos servem ao propósito de proteger a incolumidade dos trabalhadores durante a execução de suas atividades.

Entretanto, mesmo que estes itens sejam variáveis de acordo com a atividade realizada, todos devem possuir um certificado de autenticação expedido pelo MTE, como dito anteriormente, o qual auxilia na fiscalização do empregador e do empregado por parte dos órgãos competentes, para se certificar de que as diretrizes de segurança estejam sendo seguidas corretamente.

Assim como os EPIs, os EPCs têm como objetivo proteger o trabalhador durante a execução de suas atividades, porém designados para utilização conjunta pelos trabalhadores daquele meio como mencionado anteriormente. É importante destacar que a relação entre os EPIs e EPCs é de complementação e não de exclusão, ou seja, a utilização de EPCs não exclui a necessidade de se usarem os EPIs ou vice-versa. É através desse sistema integrado de segurança que será garantida a qualidade do ambiente de trabalho.

Por estarem relacionados com um maior número de trabalhadores, os EPCs podem atuar de diversos meios, seja através de dispositivos como fitas antiderrapantes e extintores de incêndio ou de sistemas mais amplos, como alarmes, ventilação, iluminação e sinalização. Tanto no caso dos dispositivos como dos sistemas, a sua instalação e manutenção, assim como a instrução dos funcionários, cabe ao empregador.

Certos EPCs, como capelas químicas e barreiras de isolamento acústico, não estão presentes na rotina da maior parte da população por estarem ligados a uma determinada atividade ou local de trabalho. Mas essa limitação não se aplica a todos os EPCs, pois qualquer ambiente terá suas próprias diretrizes e especificações com base nos riscos e necessidades lá existentes e utilizará os EPCs que estejam de acordo, podendo esses equipamentos variarem de corrimões a chuveiros de emergência.

Já as BPLs são medidas de organização e comportamento adequadas às atividades executadas no ambiente laboratorial. Essas medidas abrangem a utilização dos EPIs e EPCs: armazenamento, manuseio e descarte de substâncias, higienização do ambiente e dos materiais nele contidos, entre outros. O cumprimento dessas especificações é extremamente importante e benéfico tanto para a empresa quanto para seus funcionários, pois, através da adoção de critérios biosseguros, os riscos no ambiente de trabalho serão minimizados, resultando num aumento da produtividade e do bem-estar do trabalhador, assim como na confiabilidade dos resultados de pesquisas realizadas.

Sem essas diretrizes para nortear as empresas e os trabalhadores, todo o sistema integrado de Biossegurança naquele ambiente entraria em colapso, pois ainda que houvessem os devidos equipamentos, mas sem a sua correta utilização, estes se tornariam ineficazes, podendo até atuar na potencialização de um risco. De igual maneira, a presença dos equipamentos corretos é imprescindível para a aplicação das BPLs, uma vez que pouco adianta saber a maneira correta de se executar uma ação, quando não se possui os meios necessários para realizá-la.

É válido também destacar que, para a execução da sua função fiscalizadora e de determinação das condições ideais para o trabalho seguro, as CIPAs alinham-se às BPLs, que por sua vez apontam para a utilização dos EPIs e EPCs como fundamentais na prevenção de acidentes. De um modo geral, podemos entender as CIPAs como os agentes responsáveis por fiscalizar e garantir que os trabalhadores estejam realizando seus trabalhos corretamente; as BPLs como o guia de diretrizes utilizado por esse agente para estabelecer critérios e recomendações para os trabalhadores; e os EPIs e EPCs como o meio pelo qual esses indivíduos poderão prosseguir, realizando suas atividades de maneira segura. Dessa forma, fica clara a relação de dependência que existe entre esses elementos da Biossegurança no trabalho, e a importância que eles têm na manutenção de um ambiente eficiente e seguro. Com isso, é imprescindível que esses protocolos sejam seguidos rotineiramente para assegurar a proteção de todos em um ambiente de risco através da formação de hábitos biosseguros.

Mas, afinal, o que é um hábito? Segundo o dicionário, hábito é uma "ação que se repete com frequência e regularidade". É um comportamento que é aprendido e repetido frequentemente, uma prática corriqueira que, conseqüentemente, torna-se em uma ação

inconsciente. Pode-se entender melhor essa definição diante de uma ação cotidiana: deve-se trancar o carro após sair dele, pois entende-se que algo poderia ser furtado do veículo, ou o próprio automóvel poderia ser roubado. Desenvolve-se esse comportamento habitual por entender a sua importância, necessidade e também as consequências de não executá-lo. Bem como o trancamento do carro, deve-se aderir aos protocolos de Biossegurança constantemente, devido à compreensão dos riscos expostos ao trabalhador em seu ambiente de trabalho.

A aplicação de práticas biosseguras garante a segurança do indivíduo na realização das suas atividades, assim é preciso que a sua implementação seja contínua. Com isso, as possibilidades de ocorrerem eventos adversos no trabalho são minimizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Biossegurança refere-se a um campo com ênfase na investigação, fiscalização, no diagnóstico e mapeamento de riscos com o intuito de desenvolver planos para diminuir a probabilidade de acidentes na atuação profissional. Para criar tais estratégias, critérios e protocolos são elaborados e acompanhados por órgãos e legislações específicas, como as CIPAs, as NRs e o INMETRO. Nesse sentido, os EPIs, EPCs e BPLs são ferramentas de destaque que reduzem o risco de danos e melhoram o bem-estar geral do trabalhador e, indiretamente, da sociedade.

Entretanto, apenas a existência de POPs e equipamentos de segurança não são garantias de sucesso, pois o processo de implementação de práticas biosseguras é extremamente complexo e inclui conscientização, atuação, fiscalização e recriação. Algumas das falhas mais comuns em um modelo biosseguro de organização do trabalho são: a autoconfiança, o desconforto, o estresse e a falta de conhecimento sobre protocolos de Biossegurança. Dentro desse contexto, é importante o estímulo ao desenvolvimento de uma cultura biossegura, ou seja, a construção conjunta de hábitos que facilitem a conscientização e o treinamento dos trabalhadores para atuar com segurança, embasado em práticas educativas no trabalho.

Por exemplo, em um hospital, todos os funcionários devem conhecer e ser treinados sobre os principais POPs e equipamentos de segurança da instituição, o que vai desde os recepcionistas,

passa pelo pessoal da manutenção e limpeza e chega até os profissionais de saúde. Além disso, não basta apenas transmitir essas informações, mas educar e orientar, pois, dessa forma, o indivíduo torna-se um ser consciente, crítico e reflexivo sobre suas práticas e com potencial capacidade resolutiva dentro do contexto hospitalar. Somado a isso, é importante que o desenvolvimento de novas estratégias de Biossegurança sejam debatidas em grupos, ou seja, com a opinião de todos os profissionais, porque, nesse tipo de abordagem, o indivíduo identifica-se como parte do todo e é estimulado a integrar-se aos novos hábitos. Desse modo, haverá um maior sucesso em um modelo de liderança horizontal.

Outra ferramenta de destaque é o treinamento dos funcionários por meio da aplicação de ferramentas pedagógicas distintas sobre o mesmo conteúdo com o objetivo de potencializar a interpretação e, conseqüentemente, a assimilação desses hábitos seguros na rotina, como dinâmicas, debates, seminários e jogos que suscitam a interação, comunicação, competitividade e aprendizagem.

No contexto da saúde, essas práticas educativas fazem parte de uma subárea da Saúde Coletiva, denominada Educação em Saúde. Esta é responsável pela capacitação e conscientização da população, a fim de educá-la sobre práticas em saúde e tornando os indivíduos aptos a tomar medidas resolutivas, devendo estar inserida desde a infância dos indivíduos, nas práticas escolares, por exemplo, de escovação dentária ou da adequada higienização das mãos antes da alimentação. Já nas Instituições de Ensino Superior (IES), existe uma inclinação pela humanização para a formação de profissionais de saúde, na qual "a prevenção é o melhor tratamento", e, por isso, a educação em saúde tem se tornado uma ferramenta importante para o controle de riscos de doenças e lesões, inclusive nos ambientes de trabalho, criando uma cultura biossegura.

Diante disso, é importante ressaltar que os equipamentos de proteção, as NRs, as BPLs e as CIPAs são aliados na proteção da saúde do trabalhador. Além disso, a existência de POPs é importante para diminuir os riscos de danos ao profissional. Entretanto, a existência dessas ferramentas sem a conscientização dos funcionários pode apresentar diversos entraves na produção de condutas seguras. Por isso, é importante o desenvolvimento de uma cultura biossegura que eduque e estimule a assimilação destas práticas no cotidiano. Nesse processo, as atividades educativas são instrumentos indispensáveis. Estas promovem a conscientização da necessidade da reflexão como processo fundamental à mudança de comportamento dos profissionais e maior adesão aos protocolos, além de uma conduta social mais segura.

REFERÊNCIAS

- BARROS, J. S. O. *et al.* A enfermagem e a resistência ao uso dos equipamentos de proteção individual. **Caderno de Graduação: Ciências Biológicas e da Saúde**, Maceió, v. 3, n. 3, p. 189-200, jan. 2017.
- BENNETT, J. E.; DOLIN, R.; BLASER, M. J. **Mandell, Douglas, And Bennett's principles and practice of infectious diseases**. 8. ed. Filadélfia: Elsevier/Saunders, 2015.
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretária Especial de Previdência e Trabalho - segurança e saúde do trabalhador. **Normas regulamentadoras**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 22 de dez. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Departamento de Apoio à Gestão Participativa. **Caderno de educação popular e saúde**, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Departamento de Gestão da Educação em Saúde. **Política Nacional de Educação Permanente em Saúde**, 2009.
- FERREIRA, W. F. D. S.; OLIVEIRA, E. M. D. Biossegurança em relação à adesão de equipamentos de proteção individual. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 1, 2019.
- GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora 4 - NR 4**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr4.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora 5 - NR 5**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr5.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora 6 - NR 6**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr6.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora 9 - NR 9**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr9.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.

- HÁBITO. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/habito/>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Reconhecimento da conformidade aos princípios das BPL.** Disponível em: http://infoconsumo.gov.br/monitoramento_BPL/reconhecimento_BPL.asp. Acesso em: 22 dez. 2020.
- JUNIOR, C. A. S. Segurança e saúde no trabalho: proteção ao trabalhador à luz da legislação brasileira. **Ponto de Vista Jurídico**, Caçador (SC), Brasil, v. 6, n. 2, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/juridico/article/view/1351>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- MALAQUIAS, A. G. O micróbio protagonista: notas sobre a divulgação da bacteriologia na gazeta médica da Bahia, Século XIX. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 23, n. 3, p. 733–756, 2016.
- MELLO, J. *et al.* **A importância da utilização de epis na realização do cuidado com os pacientes submetidos ao isolamento de contato na terapia intensiva: relato de experiência.** 2018: Salão do Conhecimento UNIJUÍ. Ijuí, Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/9759/8408>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- MILITÃO, T. *et al.* **Biossegurança: manual bilíngue de barreira de Contenção Primária (EPI e EPC) Português e Libras.** UFF - CEAD/ PBBI. Universidade Federal Fluminense. Programa de Pós-graduação em ciências biológicas - PBBI.
- MÔNICO, A. *et al.* **A importância de equipamentos de proteção individual.** Faculdade de Biomedicina. Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas. FMU. Rev. Eletrônica. 2014.
- NEVES, H. C. C. *et al.* Segurança dos trabalhadores de enfermagem e fatores determinantes para adesão aos equipamentos de proteção individual. **Rev. Latino-Am Enfermagem.** Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rlae/v19n2/pt_18. Acesso em: 27 dez. 2020.

- NOBRE, G.; UCHOA T. M. **A importância do uso correto dos EPIs na promoção da biossegurança no ambiente cirúrgico.** Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/7643/1/ART_GUILHEME%20NOBRE_UCHOA_CFO.pdf. Acesso em: 22 dez. 2020.
- OLIVEIRA, L. M. P.; LEITE, M. T. M. **Concepções Pedagógicas.** Módulo Pedagógico. Especialização em Saúde da Família – Modalidade a Distância. UNA-SUS UNIFESP, 2011.
- OLIVEIRA, M. B. M. *et al.* Biossegurança em Laboratórios. *In:* Ademir Amaral; Betânia Melo. (org.). **Tópicos em Biossegurança.** 2. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2010, v. 1, p. 81-102.
- RABELO, R. G. Manual de Biossegurança para Área de Saúde. *In:* Secretaria da Saúde do Estado da Bahia; Universidade Federal da Bahia. (org.). **Manual de biossegurança para as áreas das ciências da saúde e biológicas.** 1. ed., 2002, v. 1, p. 141-171.
- RODRIGUES, D. A. *et al.* Práticas educativas em saúde: o lúdico ensinando saúde para a vida. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, v. 13, n. 1, p. 84-89, 2015.
- SANTOS, S. C. Transdisciplinaridade na Biossegurança do Atendimento a Pacientes. *In:* Ademir Amaral; Betânia Melo. (org.). **Tópicos em Biossegurança.** 2. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2010, v. 1, p. 143-159.
- TYAGI, U.; BARWAL, K. C. Ignac Semmelweis - Father of Hand Hygiene. **Indian Journal of Surgery**, v. 82, n. 3, p. 276-277, 2020.



BIOSSEGURANÇA EM TEMPOS DE PANDEMIA

Uma reflexão mais que necessária

Aparecida Aylara Isabella Souza Gonçalves

Jesumira Lima Bezerra

José Paulo da Silva Júnior

Maria Letícia Bezerra da Silva Oliveira

Alzira Maria Paiva de Almeida

Maria Betânia Melo de Oliveira

INTRODUÇÃO

Refletir sobre Biossegurança tem se tornado uma prática cada vez mais indispensável na atualidade. Isso se deve, entre muitos fatores, às crises sanitárias que têm desencadeado situações de alerta para a população mundial e influenciado na higiene e nos hábitos biosseguros.

Neste sentido, este capítulo discorre sobre uma reflexão acerca dessa área e sua relação com algumas pandemias ocorridas ao longo da história. Para isso, serão abordados alguns exemplos de luta bem-sucedidos e outros malogrados, com o intuito de refletirmos sobre a trajetória da Biossegurança ao longo do tempo.

Convidamos você, caro leitor, a passear pelos bastidores de algumas pandemias, analisando ações pouco consideradas e abordadas, mas que são imprescindíveis para compreender como a Biossegurança foi se consolidando. Esta reflexão é importante para evitarmos problemas futuros, pois, como cita o filósofo George Santayana, em sua obra "A Vida da Razão", "quem não recorda o passado está condenado a repeti-lo".

HISTÓRIA DA BIOSSEGURANÇA

O conceito “escrito” de Biossegurança surgiu no século XX, a partir da emergência de algumas novas patologias, como a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), causada pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), e tinha como principal definição a busca pela eliminação ou diminuição do risco de exposição aos organismos patogênicos, principalmente, naquela época, para os especialistas que manipulavam agentes biológicos ou químicos que poderiam constituir possíveis ameaças.

Entretanto, a ideia de Biossegurança surgiu muito antes. Por exemplo, em 1619, durante uma epidemia de peste em Paris, na França, Charles Delorme, médico do rei Luís XIII, inventou uma longa vestimenta em couro, com botas e luvas, para atender aos pacientes pestosos. A máscara que protegia a face, tinha olhos de cristal e um longo “bico” contendo produtos para filtrar o ar. Esta vestimenta tornou-se célebre ao aparecer na capa da publicação “*Traité de la Peste*” de 1722.

Nessa perspectiva, os médicos e outras pessoas que visitavam os doentes esperavam estar se protegendo ao utilizar a “Biossegurança” disponível, na época, a seu favor, pois acreditavam que a doença era decorrente da inalação dos eflúvios da matéria orgânica apodrecida ou da água contaminada. Sendo assim, eles usavam máscaras que continham ervas e essências medicinais utilizadas empiricamente como antídoto para diversas doenças, inclusive para envenenamento e, supostamente, ao inalarem os bons odores, eles não seriam contaminados pelos vapores perniciosos ou maléficos.

Posteriormente, foi descoberto que a peste era causada por uma bactéria, a *Yersinia pestis* e sua transmissão, principalmente vetorial, ocorria através das picadas de pulgas. Logo, por não terem conhecimento científico da doença nem do organismo causador, essa e outras medidas de “Biossegurança” utilizadas na época não serviram para protegê-los ou para mitigar os efeitos da pandemia que levou a óbito cerca de 1/3 da população europeia, demonstrando a importância do conjunto de medidas adequadas de proteção contra os riscos provocados por organismos patogênicos. Outro exemplo histórico da Biossegurança pode ser citado, por meio das ações realizadas pelo médico obstetra Ignaz Philipp Semmelweis, na Áustria, demonstrado nos Capítulos 1 e 2. Em sua atividade profissional, Semmelweis contribuiu fortemente para a redução de mortes por febre puerperal em sua região e, posteriormente, no mundo.

Diante do exposto, percebe-se que a regulamentação internacional da Biossegurança foi demorada. Trazendo para um contexto nacional, esta só foi regulamentada no Brasil em 1995. Inicialmente, o objetivo era liberar os alimentos transgênicos no mercado e a engenharia genética com a Lei nº 8.974 de janeiro de 1995. Esta Lei foi revogada e substituída pela Lei nº 11.105, de 2005 (ver Capítulo 7), a qual continua em vigor até o ano presente (2021), descrevendo:

Art. 1º-A. Fica criada, no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, instância colegiada multidisciplinar, com a finalidade de prestar apoio técnico consultivo e de assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos conclusivos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGMs e derivados.

CRISES SANITÁRIAS: UMA ANÁLISE OBRIGATÓRIA

Ao longo da história, houve diversas crises de saúde ocasionadas por inúmeros fatores, entre os quais se observa o surgimento de pandemias. Compreender fatos como esses é importante para lidarmos de forma segura e coerente com os acontecimentos sanitários atuais e futuros.

Diante disto, esse capítulo traz algumas reflexões sobre o tema:

1. Qual seria o saldo resultante dessas crises globais?
2. Qual(is) a(as) novidade(s) para combater possíveis crises sanitárias futuras?
3. Em termos de Biossegurança, o que foi aprendido?

Esses questionamentos são fundamentais para que os profissionais de saúde e a sociedade em geral entendam a importância do desenvolvimento e da implementação dos hábitos biosseguros e sua eficiência na diminuição das rotas de infecção. Para tanto, a seguir

serão listados, dentro de uma cronologia, seis das maiores pandemias vividas pela humanidade até os dias atuais.

Varíola: a guerra biológica que custou uma viagem à Lua

Embora, hoje, seja considerada erradicada do planeta, nos séculos passados, a Varíola devastou populações com sintomas semelhantes aos da gripe comum: febre e dores no corpo, somados a vômitos e úlceras cutâneas. Ao ser utilizada como arma de guerra biológica para exterminar habitantes das terras desejadas, esta enfermidade vitimou mais de 300 milhões de pessoas, chegando a atingir nas formas mais graves uma letalidade de 67%. O primeiro surto da moléstia ocorreu em 430 a.C. na Grécia, onde 1/3 da sua população morreu, acometendo, mais tarde, os romanos. Com as grandes navegações no século XV, escassez de recursos biosseguros de higiene, bem como falta de conhecimento sobre prevenção, a doença chegou na América, o que possibilitou uma grande onda de transmissão global. Foi somente no século XVIII que ela começou a ser controlada com a obtenção da vacina antivariólica pelo médico inglês Dr. Edward Jenner. Entretanto, a vacinação ainda não havia chegado em todas as regiões do globo.

Os bons resultados começaram quando Donald Henderson, um oficial do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), passou a dedicar a maior parte de sua carreira para eliminar esse mal, comandando uma “guerra mundial” contra o vírus *Orthopoxvirus variolae*, causador da patologia. Isso aconteceu na medida em que Henderson liderou uma operação médica durante os anos de 1966 a 1977, no programa da Organização Mundial de Saúde (OMS).

Uma das estratégias utilizadas neste combate foi desenvolvida pelo epidemiologista americano Willian Foege, a qual correspondeu a vacinação em anel dos contatos. Essa técnica consiste em vacinar todas as pessoas que tiveram contato com alguém já diagnosticado com o vírus, criando um “anel” de imunidade. Tal operação, em geral, foi comparada ao esforço de uma viagem à Lua, com o custo estimado em 300 milhões de dólares. A partir daí, após a aplicação da vacina alcançar amplitude mundial e, finalmente, ocorrer a primeira extinção de uma doença no mundo, a maioria dos profissionais de saúde passaram a conhecer a varíola somente por imagens de livros.

Peste negra ou peste bubônica: o “acordar” para a importância do saneamento básico

Como citado no início do capítulo, a peste negra ou peste bubônica é causada pela bactéria *Y. pestis*. Sabe-se que esta pandemia se iniciou na Ásia e estendeu-se por toda a Europa e norte da África, persistindo do século XIV ao XVI e estima-se que levou a óbito cerca de 25 milhões de pessoas na Europa, ou seja, $\frac{1}{3}$ da população europeia na época. A denominação de Peste Negra lhe foi conferida em virtude das manchas escuras que apareciam na pele dos enfermos, provavelmente uma manifestação da necrose ocorrida na fase septicêmica da doença.

A peste é essencialmente uma zoonose de roedores transmitida por pulgas. Muito embora praticamente qualquer mamífero pode ser infectado pela *Y. pestis* e participar da dinâmica da infecção entre o ambiente silvestre e o homem, a maioria dos hospedeiros nas áreas pestíferas são certos roedores que compõem o “sistema hospedeiro roedor - vetor pulga - *Y. pestis*”, e eventualmente as populações humanas são atingidas.

Tendo em vista a complexidade desta cadeia epidemiológica e as condições de higiene e saneamento precários da época, as pessoas tinham constante contato com os ratos (hospedeiros) e insetos vetores (pulgas, piolhos) e, conseqüentemente, se infectavam. A doença começa com sintomas iniciais semelhantes aos de uma gripe, e depois pode-se observar a presença do bubão (tumefação do linfonodo) próximo ao local onde ocorreu a picada do inseto (Peste Bubônica) e a presença de manchas escuras na pele dos enfermos, provavelmente uma manifestação da necrose ocorrida na fase septicêmica da doença (Peste Negra).

Atualmente, é inimaginável a existência da saúde sem que esteja associada à higiene. Entretanto, na época medieval, esse era um princípio exótico, pois até um dos aspectos mais fundamentais da higiene, o banho, era visto como prejudicial quando tomado em excesso (“excesso” era considerado a partir de três banhos por ano). Nos centros urbanos, o esgoto e a água suja eram atirados pela janela, as roupas eram lavadas raramente, infestadas de pulgas, percevejos, piolhos e traças. Além disso, as casas eram ninhos de ratos, os quais disputavam, com os animais domésticos, os restos de comida. Apesar deste cenário ser quase inimaginável nos tempos contemporâneos, exceto entre algumas populações extremamente negligenciadas em regiões de extrema pobreza, ainda são encontrados focos

naturais de peste em diversos países, os quais, associados à gravidade da doença e à sua rápida evolução, podem gerar emergências de saúde pública internacional, principalmente quando ela se manifesta na sua forma Pneumônica (transmissível de-pessoa-a-pessoa) sendo necessária notificação à OMS, de acordo com o Regulamento Sanitário Internacional.

Cólera: a doença do subdesenvolvimento

Causada pela bactéria *Vibrio cholerae*, a Cólera teve seu apogeu no século XIX, ocasionando seis pandemias. No século XX, iniciou-se a 7ª pandemia que perdura até os dias atuais. Ela reingressou na América do Sul durante a sétima pandemia, penetrou pela costa peruana (Oceano Pacífico) e atingiu a Amazônia, onde disseminou-se rapidamente por todas as regiões brasileiras, mas principalmente na região Nordeste. De 1991 a 2003 foram registrados no país em torno de 167 mil casos e 1.300 óbitos, sendo que, a partir de 1995, a incidência da doença diminuiu significativamente. As regiões Norte e Nordeste foram responsáveis por aproximadamente 95% dos casos e óbitos ocorridos. Essa enfermidade é resultado, principalmente, da falta de saneamento básico que ocasiona a contaminação da água e dos alimentos pelo agente infeccioso. Logo, sua principal característica clínica corresponde aos distúrbios intestinais, como a diarreia, levando a pessoa a uma grande desidratação.

Vale destacar como fato marcante o trabalho de John Snow que descreve a epidemia no subdistrito de Saint James, Londres, no final de agosto de 1854, formulando a hipótese da associação entre essa epidemia e a contaminação hídrica por fezes humanas, na bomba de abastecimento público de água em Broad Street. Além disso, outro fato de igual importância é o de que, em 1887, foram estabelecidas as primeiras medidas com bases científicas de controle da cólera.

Infelizmente, nos dias atuais, a cólera ainda continua acometendo diversas comunidades do mundo, principalmente em países subdesenvolvidos, onde as cidades, em sua maioria, são insalubres, com sistemas de esgoto desestruturados e descarte inadequado de resíduos, além da ineficiência de práticas profiláticas, fato agravado pela deficiente educação básica nessas nações.

Gripe espanhola: o gigante do século XX

A gripe espanhola ficou conhecida como a maior pandemia do século XX, sendo causada pelo vírus Influenza A, do subtipo H1N1. Esta enfermidade dizimou, no mínimo, 50 milhões de vidas ao redor do globo. Apesar deste lamentável cenário, é notório o avanço em relação às crises anteriores: chefes de estado, ministros e comitês científicos começaram a discutir medidas preventivas para deter o contágio, e a mídia passou a mostrar discursos contra e a favor ao uso de máscaras, confinamento, fechamento de instituições de ensino e outros estabelecimentos que não oferecem serviços considerados essenciais, ou seja, aqueles que não estão ligados diretamente à manutenção de necessidades básicas (saúde, alimentação e ordem), a fim de tentar minimizar a transmissão.

O impacto dessa crise foi tão grande que decidiu-se o fechamento de tavernas à noite e a suspensão de procissões fúnebres. Ademais, o transporte público sofreu diminuição na sua capacidade máxima, e até as visitas a asilos e a casas de repouso foram interrompidas, devido à gravidade do fato.

Gripe suína ou H1N1: um lobo em pele de cordeiro

Em meados de 2009, o mundo reencontrou o vírus H1N1, outra mutação do vírus da gripe comum que possui maior letalidade e poder de contaminação. O surto dessa doença respiratória permaneceu até 2010 e atingiu cerca de 207 países. Nesse período, aproximadamente nove mil pessoas morreram. No fim, estimou-se que cerca de 20 mil pessoas morreram dessa doença em todo o mundo, sendo os grupos mais atingidos: as crianças, as gestantes e os idosos.

Além de ser uma doença muito contagiosa, ela é camuflada pelos sintomas parecidos com os da gripe comum: febre, tosse e dores no corpo. Tal fato facilitou sua disseminação, já que muitas pessoas infectadas continuavam a circular acreditando ser um simples resfriado. Devido ao aumento significativo no número de casos, medidas biosseguras para prevenir essa doença foram recomendadas, por exemplo: lavar bem as mãos e manter todos os ambientes bem arejados e com boa circulação de ar, uma vez que a transmissão, como todas as outras gripes, se dá pelo ar ou por contato direto com secreções de pacientes infectados. Além disso, houve toda recomendação para evitar o contágio e o uso de imunizantes contra o H1N1.

Covid -19 e o reavivamento da Biossegurança

Aproximadamente no fim de 2019, cientistas da cidade de Wuhan, na China, se depararam com uma infecção ainda não registrada, denominada mais tarde como Covid-19, que causava, sobretudo, problemas no sistema respiratório. Tal enfermidade era provocada por um novo tipo de coronavírus, o SARS-CoV-2, que, devido a sua alta taxa de transmissibilidade, além da considerável letalidade, não demorou muito tempo para se disseminar por todo o país asiático e, em algumas semanas (em meados de março de 2020), pelo mundo, caracterizando uma situação de pandemia.

Alguns dos sintomas mais comuns que as pessoas apresentaram no início eram febre ou sensação febril, dor de garganta, coriza, tosse, falta de ar, fadiga, distúrbios gastrintestinais, perda de olfato, alteração do paladar e diminuição do apetite. Entretanto, houve ainda uma parcela de contaminados que não apresentaram sintoma algum, provocando um aumento considerável na dificuldade para controlar a disseminação da infecção, tendo em vista que a Covid-19 é causada por um vírus que até 2019 era desconhecido. Logo, não se tinha conhecimento sobre o manejo dos pacientes, medicação específica nem vacina existente. Até o início de janeiro de 2021, foram diagnosticados no mundo mais de 91,2 milhões de casos de infecção e mais de 1,9 milhão de mortes foram registradas.

Diante desse cenário, com o objetivo de conter a disseminação da doença, as medidas de Biossegurança foram reforçadas e recomendadas consideravelmente em todo o mundo. Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), sobretudo máscaras, foram diariamente utilizados tanto pelos profissionais de saúde quanto pela população em geral, além da adoção de vários protocolos de higiene, como o da lavagem frequente das mãos e o da utilização de álcool em gel, além do distanciamento social.

Com esta pandemia, foi possível perceber a importância do seguimento de protocolos biosseguros de prevenção de doenças, sobretudo, no que diz respeito à higiene pessoal, ainda que outras pandemias já tenham fornecido esse alerta. Além disso, com a globalização, os avanços tecnológicos e, principalmente, o aumento do uso da internet, a disseminação de informações pôde ser mais bem organizada, bem como a condução de estudos científicos. Estes favoreceram a população mundial com a conquista da vacina para conter a disseminação desse vírus, apesar dos percalços que, eventualmente, surgiram durante este período e que, lamentavelmente, comprometeram a saúde e a vida de muitos indivíduos nos diferentes continentes do mundo. A Figura 1 demonstra um retrato das principais pandemias ocorridas na história da humanidade.



FIGURA 1: Retratos Pandêmicos: uma visão geral das principais pandemias que atingiram a humanidade

FONTE: Autoria própria.

Triunfos da Biossegurança e medidas a serem consideradas

Outras questões relevantes e ressaltadas em meio aos surtos, correspondem à higiene correta e frequente das mãos, aos cuidados como o do distanciamento de indivíduos infectados em locais com áreas isoladas e arejadas, ao acompanhamento de casos suspeitos, além da prevenção de contato direto com putativos animais hospedeiros/reservatórios potencialmente infectados.

De acordo com a OMS, o saneamento pode ser definido como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem estar físico, mental ou social”. A situação do saneamento básico no globo, no que diz respeito ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e limpeza pública, não tem sido favorável de maneira uniforme, isto é, há uma desigualdade que tem permitido a manutenção e o surgimento de doenças.

A busca para controle de um cenário pandêmico pede que seja feita uma análise da carga de pandemia, isto é, “qual seria a força do surto?” Assim, para medir o “tamanho” da pandemia, consideram-se as taxas de transmissibilidade, tempos de picos, número total de pessoas afetadas e duração como os principais fatores a serem analisados. A

quantidade de internações e a fatalidade também são levadas em consideração como indicadores de gravidade.

No início de um surto, o agente causador é desconhecido. Logo, é preciso estabelecer estratégias de vigilância e analisar dados para tomar atitudes seguras o mais breve possível. É indicado o rastreamento de agrupamentos onde houve os primeiros casos, além de disponibilizar medicamentos para combate aos sintomas da doença causada. Contudo, é preciso de apoio e cooperação da população, com o intuito de conter o avanço acelerado da disseminação do surto, e medidas de distanciamento social devem ser consideradas para redução da carga da pandemia.

AUTORIDADES DE SAÚDE FRENTE À BIOSSEGURANÇA: O PERIGO DA DESINFORMAÇÃO EM CONTEXTOS PANDÊMICOS

Os elevados fluxos de informação observados na sociedade contemporânea, caracterizados pela circulação de expressivas quantidades de informação por unidade de tempo, são resultados da combinação de dois fenômenos: a explosão da quantidade de informação e a implosão do tempo.

Com a rápida evolução das tecnologias computacionais e de comunicação, houve um aumento exponencial na capacidade de multiplicação e armazenamento de informações, além da potencialização da velocidade nos processamentos de dados, o que tem possibilitado trocas de informação em tempo real ao redor do mundo. Tais avanços promovem uma série de benefícios, como o favorecimento da transformação de setores, a potencialização da economia e do empreendedorismo e a integração global, que aumenta o nível de informação da sociedade em relação a vários temas.

Apesar desse conjunto de vantagens, existe um problema que perpassa o rápido processamento de dados: a disseminação de falsas informações, denominadas "Fake News". Sob esse viés, "Fake News" são definidas como informações/notícias/postagens produzidas de forma inverossímil que, sem a devida averiguação, levam o leitor a falsas informações.

Ademais, no que se refere à saúde, esse tipo de informação, quando propagada, pode gerar efeitos catastróficos, principalmente no que diz respeito às medidas de prevenção, ou medidas biosseguras que a população precisa adotar para combater e/ou enfrentar

patologias. Em 2018, o Ministério da Saúde (MS) brasileiro abriu espaço em um endereço eletrônico e nas redes sociais, com o objetivo de impugnar as “Fake News”, propondo-se a explicar os fatos de acordo com evidências científicas e suas fontes. Isso foi necessário, pois um parecer apontou que aplicativos de trocas de mensagens poderiam estar impedindo ou dificultando a população de se proteger de doenças, como febre amarela, gripe e sarampo, já que correntes ideológicas ganharam força e visibilidade, trazendo à tona até mesmo doenças já erradicadas. Essas notícias falsas geralmente aparecem utilizando muitos recursos atrativos, para que, mesmo sem a apresentação de evidências científicas, o público-alvo se convença e assuma determinada conduta.

No ano de 2020, com a ocorrência da pandemia da Covid-19, foram propagadas várias informações falsas, sobretudo, nas redes sociais, não só relacionadas à doença, mas também ao sistema público de saúde. Informações ilegítimas nas quais falsas campanhas de vacinação e questionamentos sobre a legitimidade do conhecimento científico da OMS foram apontadas. O combate às “Fake News” teve que ser reforçado a nível exponencial, pois tais notícias, além de aumentarem os riscos para a saúde da população, elevando a quantidade de infecções e mortes pela doença, estavam colocando as autoridades máximas de saúde em descrédito.

Mediante tais riscos, essa conduta pode ser classificada, também, como uma atitude biossegura, bem como o posicionamento constante e reforçado de órgãos, como a OMS e o MS, em cenários pandêmicos, epidêmicos, endêmicos ou de surto, protegendo, assim, a população. Mesmo fora de contextos de pandemia, tais autoridades, assim como os chefes de estado e a mídia, devem sempre enfatizar a legitimidade da ciência e ratificar a importância dos hábitos biosseguros, da vacinação, da medicina preventiva e da busca por informações comprovadas cientificamente, com o objetivo de incentivar hábitos seguros e evitar condutas não seguras, como automedicação e atitudes alternativas para o tratamento doméstico de doenças, por exemplo.

É surpreendente que, mesmo com todos os avanços tecnológicos já existentes e todo esse domínio sobre o uso da internet, o ser humano não tenha desenvolvido, até hoje, um plano eficaz de rastreio, acompanhamento e controle de doenças. Não aprendemos com as duas epidemias anteriores, provocadas por outros tipos de coronavírus, e estávamos mal preparados para lidarmos com os desafios que a pandemia da Covid-19 tem colocado.

Desse modo, pesquisas futuras devem tentar abordar os usos e implicações das tecnologias de internet para mapear a propagação da infecção, com o objetivo de frear, o mais rápido possível, situações como essa, caso venham a ocorrer novamente. Só assim será possível utilizar os aparatos modernos a favor da saúde, mudando o rumo inadequado, lamentavelmente, tão recorrente nas demais pandemias.

VÁRIOS SURTOS, UMA CAUSA

Uma pandemia, na verdade, não nasce apenas da existência de determinado agente infeccioso, ela nasce, sobretudo, da negligência humana. Afinal, uma doença que pode tomar conta do mundo não precisa ser criada, mas por causa do descuido quanto a atitudes biosseguras, como falta de saneamento, má gestão dos resíduos, poluição (atmosférica, hídrica e terrestre), entre outros descasos, passa a contaminar a população em escala global.

Estima-se que mais de um milhão de vírus desconhecidos já estejam hospedados em animais e, dentre eles, as maiores ameaças à vida humana só poderão ser enfrentadas diante de um esforço global de pesquisa. Por exemplo, o HIV já reside em primatas há milhões de anos. Pelo advento do sequenciamento genômico foi possível constatar que pelo menos 8% do genoma humano foi formado pelo que ‘sobrou’ da família do HIV que nos infectou no passado. Alguns morcegos hospedam centenas de vírus e muitos deles podem se adaptar ao organismo humano. Esses são alguns dos fatos que demonstram a “fragilidade” da espécie humana frente aos possíveis riscos de contaminação. Devido a esses e tantos outros fatores, vários cientistas acreditam que novas pandemias são prováveis de serem desencadeadas num futuro próximo.

Doenças globais estão se tornando cada vez mais “normais” e surgem com uma característica em comum altamente preocupante, ou seja, surgem como grandes surtos em um pequeno espaço de tempo do ponto de vista evolutivo, como pode ser visto pela SARS, gripe suína, MERS, ebola e, recentemente a Covid-19, todas com ocorrência no século XXI. Isso acontece porque fatores, como o crescimento populacional e a invasão da vida selvagem, facilitaram essa transmissão de doenças. O aquecimento global também torna pandemias mais prováveis, já que, com o aumento das temperaturas, insetos portadores de doenças, como os mosquitos, se reproduzem mais facilmente.

Diante disso, é pertinente inferir que a Biossegurança não é algo momentâneo, utilizado quando convém, isto é, quando o caos já está instaurado. Se ela fizer parte do dia a dia de todas as nações, em todas as profissões e nas suas variadas formas, o mundo estará cada vez mais protegido dos possíveis acometimentos de ordem sanitária.

Destruição da vida selvagem e ecossistemas

Apesar da existência dos vírus e sua disseminação pela sociedade não ter sido intencionalmente planejada em laboratório, isso não quer dizer que as ações predatórias do homem não tenham sido protagonistas no palco de surgimento das pandemias. Sabe-se que muitas crises foram iniciadas a partir da interação do homem em novos *habitats* que continham hospedeiros de agentes infecciosos. A perda de biodiversidade e a degradação de ecossistemas pelos efeitos da insustentabilidade do avanço populacional e industrial são alguns dos impactos humanos em nichos ecológicos que estão tornando eventos de propagação dos vírus cada vez mais frequentes.

Em entrevista ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o especialista ugandês Bernard Bett afirma que as zoonoses estão mais frequentes no mundo e acrescenta:

Quando as pessoas degradam os *habitats* da vida selvagem ou estabelecem seus próprios assentamentos em algumas áreas, elas se tornam parte do ecossistema e do ciclo selvático – o ciclo de transmissão viral que ocorre entre os animais nas florestas (BETT, 2016).

Isso ocorre devido à invasão de *habitats* naturais, à urbanização e ao desenvolvimento socioeconômico, que impõe práticas como a agricultura intensiva. O cenário perfeito da exposição e consequente passagem dos patógenos de animais para populações humanas é propiciado na medida em que ações irresponsáveis são executadas, como nos episódios de desmatamento, bem como de invasão dos territórios silvestres para criação de gado, caça e extração de recursos. O Capítulo 8 faz uma reflexão sobre a produção de resíduos sólidos, os impactos ambientais e o gerenciamento destes resíduos como alternativa ao modelo atual.

É evidente que os ecossistemas, ao serem destruídos, sofrem frequentes modificações, inclusive sobre a carga viral existente e

a maneira como eles se comportam ao que foram expostos, como ocorreu durante o século XX, quando as florestas tropicais, onde viviam 2/3 dos organismos vivos do mundo, foram reduzidas pela metade, e os animais no topo da cadeia alimentar desapareceram.

Este fato fez com que aqueles que estavam na base da cadeia alimentar, como ratos e camundongos, passassem a hospedar mais patógenos mortais numa espécie de "compensação" dos hospedeiros perdidos, além de forçar muitos desses contaminados a irem para outro lugar, incluindo áreas povoadas por humanos, devido à concorrência pelo mesmo nicho ecológico. Tais evidências provam a importância do conceito "Saúde Única" – a ideia de que a saúde dos animais, o ecossistema e os seres humanos estão interligados e, quando um está em desequilíbrio, os outros seguem no mesmo caminho (ver Figura 2).

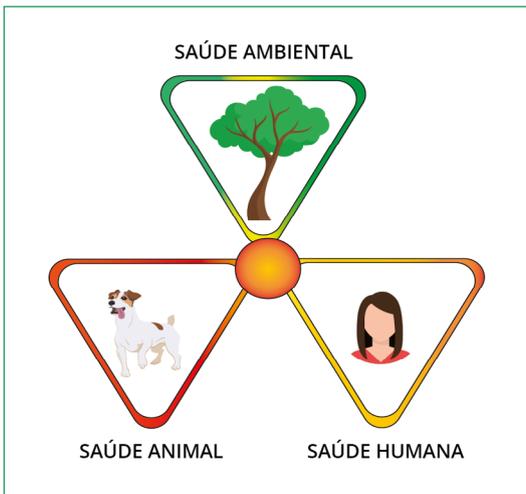


FIGURA 2: Ilustração demonstrando a saúde única como resultado da interação entre a saúde animal, ambiental e humana

FONTE: Autoria própria.

Logo, um dos importantes pontos de intervenção contra a propagação é o controle do contato entre o homem e os animais silvestres. Nesse sentido, a China, por exemplo, tem uma longa história de mercado de animais vivos considerados vitais para as comunidades em todo o país. Como tal, é improvável que esses mercados sejam

fechados permanentemente, apesar do seu fechamento ser o mais forte impedimento para outro surto de doença zoonótica no mundo. Entretanto, a reabertura desses mercados, após o início do surto de Covid-19 em 2019, estará sob estrita competência do Centro Chinês de Controle e Prevenção de Doenças (CDC - China), devendo ser tomadas medidas apropriadas que garantam a utilização de protocolos de saúde e higiene, a fim de limitar o contato entre esses animais e os humanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos momentos comprometedores e tristes, como a pandemia da Peste Negra, a epidemia de mortes por febre puerperal e a Gripe Espanhola, a Biossegurança sempre esteve presente na tentativa de proteger tanto os profissionais quanto os pacientes e a população em geral. Nesse sentido, também é possível compreender que a Biossegurança deve estar ligada à ciência, ou seja, ela não deve ser apenas baseada no senso comum, mas sim em comprovações científicas. Sob esse aspecto, além de necessária, também é preciso que existam regras e fiscalizações para seu cumprimento, como o envolvimento das autoridades e a criação de leis para regulamentá-la.

Portanto, fica explícito a importância da reflexão sobre Biossegurança em tempos de pandemia, pois ao olhar o passado é possível evitar erros futuros, principalmente quando se trata de métodos e medidas que podem proteger, e até salvar, a vida das pessoas e dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

AKIN, Levent; GÖZEL, Mustafa Gökhan. Understanding dynamics of pandemics. **Turkish Journal of Medical Sciences**, Ankara, Turkey, v. 50, n. 1, p. 515-519, abr./2020. Disponível em: <https://journals.tubitak.gov.tr/medical/issues/sag-20-50-si-1/sag-50-si-1-5-2004-133.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

- ALLCOTT, Hunt; GENTZKOW, Matthew. Social Media and Fake News in the 2016 Election. **Journal of Economic Perspectives**, Massachusetts, Estados Unidos, v. 31, n. 2, p. 211-236, set./2017. Disponível em: <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.31.2.211>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- ANTUNES *et al.* Biossegurança e ensino de medicina na Universidade Federal de Juiz de Fora, **Revista Brasileira de Educação Médica**, Minas Gerais, v. 34, n. 3, p. 335-345, 2010.
- ÁLVAREZ, Adriana *et al.* A gripe de longe e de perto: comparações entre as pandemias de 1918 e 2009. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 16, p. 1065-1113, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702009000400014&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 19 dez. 2020. Acesso em: 19 dez. 2020.
- BRAMANTI B.; STENSETH N. C.; WALLØE L.; LEI X. Plague: A disease which changed the path of human civilization. *In*: Yang, R., Anisimov, A. editors. **Yersinia pestis: retrospective and perspective** Springer, Dordrecht; 2016. p. 1–26.
- C, K. R. *et al.* COVID-19 pandemic: Lessons learned and future directions. **Indian Journal of Ophthalmology**, Hyderabad (India), v. 68, n. 5, p. 703-710, abr. 2020. Disponível em: <https://www.ijo.in/article.asp?issn=0301-4738;year=2020;volume=68;issue=5;spage=703;epage=710;aulast=Khanna>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- CENTRO DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE PARA VIAJANTES (CIVES). **Cólera**. Disponível em: <http://www.cives.ufrj.br/informacao/colera/col-iv.html>. Acesso em: 31 dez. 2020.
- CHIU, N. *et al.* Impact of Wearing Masks, Hand Hygiene, and Social Distancing on Influenza, Enterovirus, and All-Cause Pneumonia During the Coronavirus Pandemic: Retrospective National Epidemiological Surveillance Study. **Journal of Medical Internet Research**, Hsinchu, Taiwan, v. 22, n. 8, p. 1-9, ago. 2020. Disponível em: <https://www.jmir.org/2020/8/e21257/>. Acesso em: 20 dez. 2020.
- CRISTÓFOLI BIOSSEGURANÇA. **Varíola – A morte de uma doença e o seu carrasco**: D. Henderson. Disponível em: <https://www.cristofoli.com/biosseguranca/variola-a-morte-de-uma-doenca-e-o-seu-carrasco-d-henderson/>. Acesso em: 31 dez. 2020.

DEUTSCHE WELLE (DW). **Pandemia revela destruição da vida selvagem e ecossistemas.** Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/pandemia-revela-destrui%C3%A7%C3%A3o-da-vida-selvagem-e-ecossistemas/a-53122429>. Acesso em: 23 dez. 2020.

ECODEBATE. **Invasão de habitats naturais intensifica surgimento de doenças zoonóticas.** Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/05/06/invasao-de-habitats-naturais-intensifica-surgimento-de-doencas-zoonoticas/>. Acesso em: 31 dez. 2020.

FRANCHINI *et al.* COVID 19 and Spanish flu pandemics: All it changes, nothing changes: COVID 19 epidemic. **Acta Bio Medica Atenei Parmensis**, Milan, Italy, v. 91, n. 2, p. 245-250, maio 2020. Disponível em: <https://www.mattioli1885journals.com/index.php/actabiomedica/article/view/9625>. Acesso em: 20 dez. 2020.

GALHARDI, C. P. *et al.* Fato ou Fake? Uma análise da desinformação frente à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 4202-4210, set. 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232020006804201&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 16 dez. 2020.

GUDI, Sai Krishna; TIWARI, Komal Krishna. Preparedness and Lessons Learned from the Novel Coronavirus Disease. **The International Journal of Occupational and Environmental Medicine**, Manitoba (Canadá), v. 11, n. 2, p. 108-112, mar. 2020. Disponível em: <https://www.theijoem.com/ijoem/index.php/ijoem/article/view/1977/1213>. Acesso em: 19 dez. 2020.

KADAR, N. *et al.* Rediscovering Ignaz Philipp Semmelweis (1818?1865). **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, Cranbury, v. 220, n. 1, p. 26-39, nov./2018. Disponível em: <https://scihub.wikicn.top/10.1016/j.ajog.2018.11.1084>. Acesso em: 18 dez. 2020.

MEDICINA INTENSIVA. **A peste negra:** aprendendo com a história. Disponível em: <http://www.medicinaintensiva.com.br/peste-negra.htm>. Acesso em: 31 dez. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE [INTERNET]. **Saúde sem Fake News.** Disponível em: <https://www.saude.gov.br/fakenews>. Acesso em: 16 dez. 2020.

- NETO, M. *et al.* Fake news in the context of the covid-19 pandemic. **Cogitare Enferm.** [Internet], v. 25, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v25i0.72627>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- OBERBAUM, Menachem. Will we miss the opportunity again? **Homeopathy**, Jerusalem, Israel, v. 109, n. 3, p. 176-178, jun./2020. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0040-1713082.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2020.
- PEERI, N. C. *et al.* The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? **International Journal of Epidemiology**, Oxônia (Reino Unido), v. 49, n. 3, p. 717-726, fev./2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/ije/article/49/3/717/5748175>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- REVISTA GALILEU. **Por que na peste bubônica médicos usavam máscaras com “bico de pássaro”?** Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Historia/noticia/2020/04/por-que-na-pesto-bubonica-medicos-usavam-mascaras-com-bico-de-passaro.html>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- REVISTA QUESTÃO DE CIÊNCIA. **Breve história da Lei de Biossegurança do Brasil.** Disponível em: <http://revistaquestao.deciencia.com.br/artigo/2019/01/29/breve-historia-da-lei-de-biosseguranca-do-brasil>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- ROZA, Rodrigo Hipólito. Revolução informacional e os avanços tecnológicos da informática e das telecomunicações. **Ciência da Informação**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 3-11, nov. 2010.
- TAVARES, Celso; LEAL, N. C.; Sobreira M.; Almeida Alzira. Peste, uma zoonose esquecida. **Journal of Health and Biological Sciences**, v. 8, p. 1-3, 2020.
- TODA MATÉRIA. **9 maiores pandemias da história da humanidade.** Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/maiores-pandemias-da-historia/>. Acesso em: 31 dez. 2020.
- UJVARI, Stefan Cunha. A história e suas epidemias: a convivência do homem com os microrganismos. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo** [online], São Paulo, v. 45, n. 4, p. 212-212, ago. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-46652003000400017&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 21 dez. 2020.

UN ENVIRONMENT PROGRAME. **Surto de coronavírus é reflexo da degradação ambiental, afirma PNUMA**. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/surto-de-coronavirus-e-reflexo-da-degradacao-ambiental-afirma>. Acesso em: 20 dez. 2020.

WOLFE, Nathan D.; DUNAVAN, Claire Panosian; DIAMOND, Jared. Origins of major human infectious diseases. **Nature**, California, Los Angeles, v. 447, n. 7142, p. 279-283, mai./2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7095142/>. Acesso em: 20 dez. 2020.



BIOTERRORISMO

Um problema do passado ou da atualidade?

Rodrigo Cavalcante de Albuquerque Reis

Beatriz Reis Alvaro da Silva

Gabriella Beatriz Silva Salgado

Ivanna Thamyres Dos Santos Ferreira Gomes

Talles Soares Silva dos Santos

Fábio Barbosa de Souza

Jorge Luiz Araújo-Filho

INTRODUÇÃO

Bioterrorismo é o termo usado para categorizar os ataques terroristas – atos de violência que têm por objetivo trazer danos e causar pânico à população de um país e ao Estado como um todo – realizados através da liberação proposital de agentes biológicos, sendo eles vírus, bactérias, parasitas, toxinas e/ou outros organismos patogênicos, ou substâncias da natureza, que são capazes de provocar danos às pessoas, aos animais ou às plantas, inclusive os levando à morte. Tais agentes utilizados nesses ataques podem também ser chamados de armas biológicas. Um ataque bioterrorista pode levar a um número elevado de mortos e possui alto potencial destrutivo, em especial no caso da utilização de agentes infecciosos, uma vez que, ao serem liberados, o controle sobre sua disseminação é difícil e demanda um longo período de tempo. Este tipo de terrorismo ocorre com a propagação intencional desses agentes, por meios variados: contaminação da água, de alimentos, de sua liberação no ar e até

mesmo do contágio proposital de indivíduos pelos patógenos, para que infectem outras pessoas. Ao longo deste capítulo, serão exploradas algumas facetas do bioterrorismo, possibilitando o entendimento do tema de maneira geral e a importância de sua atenção nos dias atuais.

BIOTERRORISMO: INFORMAÇÕES GERAIS

O bioterrorismo tem o objetivo de afetar fisicamente e, de maneira ainda mais delicada, ou seja, psicologicamente a população e a estrutura política de um país como um todo, causando danos à saúde, mortes e pânico em geral. Seu risco é agravado diante dos possíveis cenários de crescimento e disseminação ocasionada por um ataque bioterrorista, possibilitando pandemias e catástrofes mundiais. Estes ataques promovem também crises econômicas e estruturais, gerando o temor populacional que pode afetar a movimentação econômica, o mercado de trabalho e os sistemas de saúde (público e/ou privado).

As técnicas de ataques que utilizam algum tipo de arma biológica estão presentes desde o início dos conflitos humanos como, por exemplo: uso de artefatos contaminados para atingir e provocar infecções no inimigo; contaminação de poços de água e arremesso de cadáveres de pessoas e animais acometidos por alguma doença transmissível para terras adversárias.

Apesar das convenções e dos acordos que proíbem e regulam o uso de armas biológicas, realizados ainda no século XX, foram registrados, no século XXI, casos de ataques utilizando esses meios, e não é possível a validação total da ausência de riscos referentes ao desenvolvimento de armas biológicas pelos países ou por grupos terroristas internos ao redor do mundo. Em 2001, o incidente no qual cartas contaminadas com a bactéria causadora do Antraz foram enviadas a jornalistas e políticos estadunidenses suscitou novamente o debate a respeito do tema, desencadeando o alarde para as possibilidades, e fazendo com que autoridades de diversos países passassem a elaborar formas de precaução e resposta para esse tipo de ocorrência, de modo a intensificar suas estruturas de defesa e investimentos voltados para o tema.

O bioterrorismo diferencia-se da guerra biológica por seu caráter independente. Em ambos os casos, há a disseminação dos agentes biológicos na intenção de causar danos, mas na guerra biológica há

o contexto de conflito explícito. Já os casos de bioterrorismo podem ocorrer de forma inesperada e por grupos independentes, sem haver necessariamente uma circunstância envolvida e sem estar militarmente direcionado. Esta imprevisibilidade em momento e forma de ação confere um perigo ainda maior aos ataques bioterroristas, bem como uma dificuldade em identificar a ocorrência de um caso específico e a circulação do organismo ou substância, propiciando também um longo tempo de disseminação, capaz de afetar um número cada vez maior de pessoas e tornar-se de difícil controle, o que pode ter resultados catastróficos.

O avanço tecnológico, com o surgimento da engenharia genética e o desenvolvimento dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM) é mais um dos fatores que atualizam o debate sobre o bioterrorismo e seus possíveis cenários. O direcionamento das novas tecnologias para fins de guerra tem grandes viabilidades e deve ser observado. Exemplo dessa abordagem é o desenvolvimento de organismos patogênicos modificados geneticamente para alterar sua resistência aos fármacos já existentes, assim como para agravar sua virulência e transmissibilidade. É importante a reflexão e a contextualização atual desse tema, a fim de lembrar seu risco e suas possibilidades. Embora haja uma suposta baixa probabilidade desse tipo de ocorrência, a precaução é o melhor meio de defesa, evitando catástrofes e minimizando os efeitos que ataques bioterroristas de qualquer tipo possam trazer à população.

Assim, o bioterrorismo está atrelado à Biossegurança, envolvendo-a principalmente para a efetivação dos planos de contingência, os quais têm como finalidade a minimização dos efeitos e da proporção que o ataque pode tomar, evitando maiores contaminações. É importante a criação de medidas de detecção precoce e resposta rápida para o controle da disseminação do patógeno e para seu combate, além do desenvolvimento de métodos de prevenção e tratamento das doenças. Tais medidas também seriam de grande utilidade para casos de ocorrência de pandemias e contaminações em massa de maneira natural que também demandam grandes cuidados e não são priorizadas.

Considerações históricas

Quando se fala em mensurar a história do bioterrorismo, é válido ressaltar que não se sabe ao certo a data exata que começou a ser

adotada essa prática, pois em passados distantes não existia a preocupação de se projetar um processo bem arquitetado para catalogar esse tipo de acontecimento. Entretanto, a ideia de guerra biológica existe de modo consolidado desde o início das relações entre espécies de seres vivos. Está no instinto do ser humano querer conquistar espaço, comida e outros âmbitos de forma, às vezes, voraz. Assim, essa humanidade começou a (bio)aterrorizar sua própria espécie como forma de vencer causas. Na relação ecológica desarmônica da competição, percebe-se que, muitas vezes, os indivíduos usaram armas biológicas para conseguirem obter o espaço e a comida disputada. Agir de tal maneira, hoje, suprime um pouco da evolução de consciência coletiva que conseguimos fazer como *Homo sapiens* durante longos anos de civilização.

O caso datado mais antigo de bioterrorismo pode ter ocorrido entre 1300-1500 d.C, no qual corpos contaminados pela peste bubônica foram colocados em terras inimigas com o intuito de adoecer o exército opositor. Outro exemplo registrado, mas nunca comprovado, foi a contaminação de reservatórios de água com fungos parasitas que causavam ergotismo quando ingeridos. Ainda, ataques a algum tipo de inimigo, por exemplo, com flechas contaminadas com toxinas naturais, correspondem a outro ato bioterrorista mencionado, inclusive, nos poemas de Homero: “[...] pois Odisseu foi também até lá sobre a nau veloz em busca de poção assassina para com ela untar flechas ponta-brônzea[...]” (Odisséia, Homero).

O estudo e a melhor compreensão da cultura greco-romana podem trazer à tona casos de bioterrorismo que talvez não sejam percebidos, mas já refletiam a ideia desse conceito. Um exemplo disso foi a contaminação em massa das águas em cisternas, ocorrida em meados da Primeira Guerra Sagrada, na Grécia, 590 a.C. Durante a idade média, as vítimas da peste ainda eram continuamente usadas para ataques biológicos, cenário que foi fortificado na Guerra dos 100 anos que durou entre 1337 a 1453, na qual a prática de lançar indivíduos contaminados para terras inimigas pode ter dado início à famosa crise da peste bubônica. Dentro dessa ideia de conquistar vitórias, poder e terras, houve muitos conflitos entre nativos americanos e colonos em relação à ocupação de certos lugares. Nesse contexto, os europeus doaram cobertores contaminados com o agente patológico da varíola aos indígenas com o intuito de ganhar a guerra franco-indígena, antecedendo uma epidemia de varíola na época.

Em meados da Primeira Guerra Mundial, surgiram pequenos, mas eficientes, programas nacionais de armas biológicas, sendo

Japão, União Soviética, Estados Unidos e Alemanha os maiores envolvidos na produção de armas e armadilhas contendo agentes infectantes. Um desses casos ocorreu quando os aliados compraram cavalos contaminados com Antraz e Mormo do exército alemão, o qual, a propósito, arquitetou muito bem táticas bioterroristas na época.

Esse modo de agir virou praticamente um hábito em contextos de guerras, visto que, na Segunda Guerra Mundial, também houve episódios dessa natureza, nos quais os japoneses foram os protagonistas da vez, embora os Estados Unidos da América (EUA) também tenham participado disso no momento em que desenvolveu secretamente 5.000 bombas que continham esporos de carbúnculo. Observa-se, ainda, que a guerra biológica ganhou força, uma vez que se percebeu que armas com agentes vivos fazem mais estragos que as balas de revólveres e as pontas de espadas. Desse modo, o bioterrorismo foi ganhando forma e cada vez mais popularidade.

Fora do cenário das duas grandes guerras, uma empresa farmacêutica criada na década de 70, pela União Soviética, para a criação e manipulação de armas biológicas, tornou-se a maior agência neste ramo. Já no período da Guerra Fria, os EUA foram acusados de manipular armas biológicas e ter algum tipo de envolvimento com as epidemias de cólera na China e de dengue em Cuba naquele momento, além da acusação que receberam de usar tal arsenal na Guerra da Coreia.

Após todos esses acontecimentos de uso de agentes biológicos como armas e ações bioterroristas, a comunidade mundial observou a necessidade de criar esforços para o combate dessa prática. Assim, foi criado o Protocolo de Genebra, em 1925, o qual fazia referência à proibição do uso em uma guerra de asfixiantes, venenos ou outros gases e de métodos bacteriológicos. No início da década de 70, houve a destruição do arsenal americano e, nessa mesma época, o Tratado de Proibição do Desenvolvimento, Produção, Armazenamento de Armas Biológicas e de Toxinas foi validado. Nessa lógica, percebe-se um esforço coletivo e mundial para sanar ou diminuir ao máximo o uso de tais arsenais, contudo, pelos acontecimentos posteriores, sabe-se, hoje, que essa luta estava longe de terminar.

O ano de 2001 foi emblemático e marcado com uma das mais tristes narrativas de terrorismo da história: o famoso ataque às torres gêmeas nos EUA. Todavia, nem todo mundo sabe que, no mesmo período desse ano, ocorreu um dos mais recentes ataques bioterroristas: algumas pessoas seletas dos Estados Unidos receberam cartas infectadas com esporos do bacilo antraz. Dentre os destinatários, estavam políticos e emissoras de televisão. Embora este evento

não tenha gerado muitas mortes (sete no total), um olhar mais rigoroso para com ataques bioterroristas começou a surgir por causa do modo inovador dessa agressão.

Toda essa perspectiva histórica dimensiona um pouco do poder dos agentes biológicos, sejam eles bactérias, fungos ou vírus. É importante ressaltar que, com a evolução da tecnologia e da ciência, está cada vez mais fácil se pensar um ataque bioterrorista bem arquitetado, além de mencionar uma gama de possibilidades que surge dentro de uma ideia de engenharia genética mais avançada que existe na atualidade.

Nesse contexto, Portugal é um exemplo de país que tomou medidas mais pontuais em relação ao combate desse mal e, em 2002, criou a Lei de Combate ao Terrorismo, na qual consta a proibição de atos bioterroristas, que são conceituados como quaisquer “Crimes que impliquem o emprego de energia nuclear, armas de fogo, biológicas ou químicas, substâncias ou engenhos explosivos, meios incendiários de qualquer natureza, encomendas ou cartas armadilhadas; sempre que, pela sua natureza ou pelo contexto em que são cometidos, estes crimes sejam susceptíveis de afetar gravemente o Estado ou a população que se visa intimidar.”

Por fim, como antes supracitado, arquitetar e disfarçar um atentado bioterrorista na contemporaneidade não é uma situação muito difícil de planejar; pelo contrário, há, hoje, inúmeros aparatos para impulsionar essa conduta, caracterizados pelas existência de laboratórios com as mais recentes descobertas biológicas e mecânicas, assim como mentes bem aperfeiçoadas para implantar agentes patogênicos na sociedade de modo eficiente e discreto. Devido a estes fatores, o tema do bioterrorismo se tornou tão preocupante e polêmico, que em algumas situações não sabemos se surtos ou epidemias atuais são, de fato, naturais ou arquitetadas em prol de interesses pessoais. Interesses tais que pretendem destruir um determinado inimigo e acabam afetando, em algumas situações, uma população maior que o esperado, pois é quase impossível delinear quem vai ser afetado ou não pelas armas biológicas após serem deliberadamente soltas.

Consequências atuais

Há uma grande variedade de agentes biológicos, como bactérias, vírus, fungos, prions e protozoários que podem ser transformados

em armas biológicas, constituindo-se, assim, ameaças usadas deliberadamente por grupos políticos contra seus opositores. Estas ações têm como intuito disseminar doenças e causar mortes em seres humanos, plantas ou animais e, dessa forma, causar destruição e flagelos de maneira sigilosa.

Aliado a isso, o bioterrorismo estabelece uma relação entre conflitos e doenças, o que pode inferir epidemias locais ou favorecer o surgimento de contaminações. Nesse contexto, a propagação de agentes patogênicos vem recebendo atenção internacional, uma vez que qualquer epidemia com potencial infeccioso é motivo de preocupação para a comunidade internacional, pois o uso bélico de microrganismos e toxinas representa um grande impacto e requer investimentos em tecnologias voltadas à defesa e à Biossegurança.

Desse modo, deve-se dizer que a utilização de patógenos como arma, além de colocar a soberania de uma nação em perigo, ocasionar conflitos, violar a segurança nacional, causar instabilidade, impactos socioeconômicos e disseminar o pânico e perda de confiança nas autoridades, desafia também o desenvolvimento de ações estratégicas de biossegurança abrangendo a prevenção, detecção e mitigação das consequências do uso de armas biológicas.

Adicionalmente, a utilização de agentes infecciosos como meio bélico ou a possível suspeita do porte de determinado patógeno causador de Doença Infecciosa Emergente (DIE) em algum banco de armazenamento de um Estado pode gerar a possibilidade de confronto, ataque ou ameaça de ataque, retaliações ou sanções diplomáticas com objetivo de impedir a disseminação intencional do agente patogênico potencialmente causador de DIE, pois este afeta a segurança nacional e compromete toda a dinâmica global.

Sendo assim, convém enfatizar que as armas biológicas apresentam características peculiares, pois representam ameaças diretas de destruição em massa, são de fácil produção e armazenamento e, por não serem tecnologias bélicas novas, prescindem de capacidades técnicas, estruturas ou equipamentos sofisticados para serem produzidas, fornecendo, portanto, alto risco e conseqüentemente sensibilizando defesas e estratégias de segurança nacionais e internacionais.

No que concerne às cepas da varíola, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decidiu sobre a sua destruição. Contudo, mesmo depois da sua erradicação, tal medida vem sendo adiada pelos dois laboratórios responsáveis legalmente pela posse das cepas virais da doença, a saber: o Centers for Disease Control and Prevention (CDC), localizado em Atlanta – EUA, e o Variola Virus Maximum

Containment Laboratories to the State Research Center of Virology and Biotechnology (SRC VB VECTOR), localizado em Koltsovo - Rússia.

Tal postergação na eliminação das cepas de varíola, segundo Cruz e Damaso (2018), é motivada tanto pela desconfiança e suspeita de posse ilegal do *Orthopoxvirus variolae*, agente etiológico desta enfermidade, quanto pelo temor de que atualmente quase a totalidade da população não seja imunizada contra a doença e, portanto, uma epidemia de varíola nos dias atuais resultaria em número expressivo de mortes e sequelas, haja vista que em 2014 foram achados frascos contendo vírus da varíola que tinham sido abandonados por 60 anos em caixas comuns, no National Institutes of Health - EUA (NIH), sem nenhum controle de Biossegurança.

Ameaças à saúde pública, ataques às instituições de saúde e disseminação de doenças infecciosas sobre contingentes populacionais estão diretamente relacionadas às ações empreendidas pelo bioterrorismo e, particularmente, a possibilidade de reemergência de vírus do gênero *Orthopoxvirus*, da família de *Coronaviridae*, tem levado alguns países a vacinarem estrategicamente diversos setores essenciais da sociedade, como aqueles responsáveis pelas forças militares, pesquisadores responsáveis em saúde pública e pessoas de alto escalão no meio político, uma vez que tal doença representa não só um potencial risco à saúde pública de um Estado, como também à estabilidade político-econômica.

Sendo assim, nota-se que a manipulação e utilização da biologia sintética podem estar relacionadas a fins benéficos voltados a finalidades profiláticas e também podem acarretar um efeito maléfico, como o interesse pelo vírus da varíola para aterrorizar novamente a humanidade. Esse patógeno apresenta alta capacidade infectante que fomenta o caráter de urgência, corroborando investimento maciço em Biossegurança. Neste sentido, em 2015, a OMS detectou a recriação do vírus da varíola em laboratórios clandestinos por meio da sequência gênica do seu DNA.

No cenário mundial, o *Bacillus anthracis* constitui outra ameaça em potencial que vem requerendo esforços relacionados à vigilância em saúde e às questões de Biossegurança, uma vez que esse microrganismo possui como característica principal a facilidade de se obter uma grande quantidade das bactérias através de meios de cultivos e equipamentos simples. Fato esse comprovado após o ataque terrorista sofrido pelo EUA em 2001, no qual foi constatado que a produção do antraz utilizado no atentado necessitou apenas de um equipamento de liofilização e de uma centrífuga.

Considerando que o bioterrorismo é uma ameaça imediata e letal para a comunidade global e que a utilização de microrganismos em ataques biológicos não requer alta sofisticação, tornou-se imprescindível não só a sensibilização política, mas também maior atenção e vigilância pelos manipuladores destes microrganismos, uma vez que as armas biológicas produzem efeitos devastadores tanto à população quanto ao meio ambiente.

Projeções futuras

O domínio da ciência apresenta forte caráter dual, ou seja, é capaz de assegurar proteção, mas também gerar destruição. Nessa perspectiva, convém evidenciar conjunturas que conectam o campo político-militar à ciência: a corrida armamentista entre as grandes potências, movida pela manipulação do cenário global; o papel do aprimoramento tecnológico para os Estados, sob a importância estratégica do conhecimento e o papel de uma ameaça, pois o rumo que a ameaça desempenha se faz relevante para o rumo da ciência.

As armas de destruição em massa permeiam a dimensão da *Big Science*, e o controle da tecnologia de ponta é fator decisivo para o jogo do poder, uma vez que a tecnologia de última geração produz aperfeiçoamento das armas, impulsionando a ciência estratégica a partir da conformação de um complexo militar-industrial-acadêmico cuja missão é desenvolver pesquisas para a construção de novas armas e programas biológicos ofensivos.

Evidências demonstram que grupos de pesquisas vêm manipulando cepas virais especialmente modificadas para fins bélicos e, somente após a testagem de sua eficácia, deu-se início ao projeto de imunização, o que pode representar, no âmbito da comunidade científica, uma vertente político-militar, visando à hegemonia tecnocientífica de uma nação, o que levanta a hipótese do uso da Biotecnologia para produzir armas biológicas.

Nesse contexto, uma das soluções apontadas em caso de bio-ataques é a vacinação. Contudo, é singular reconhecer que a utilização da tecnologia para produção de agentes imunizantes pode ser a mesma utilizada para fabricação de armas biológicas, assim como a mesma engenharia genética utilizada para mapear o DNA humano no Projeto Genoma Humano é igualmente capaz de modificar geneticamente um microrganismo. Desse modo, verifica-se estreita relação entre o desenvolvimento biotecnológico e os direcionamentos de uso bélico.

Muitos países, por não apresentarem estrutura adequada em seu sistema de saúde para lidar com uma emergência de um bio-ataque, uma vez que são desafiados com a extensão de seus problemas epidemiológicos internos, priorizam a vacinação como medida mais eficaz para assegurar a proteção da população a curto prazo.

Vale ressaltar que a melhor estratégia para incentivar a pesquisa em vacinas está alicerçada na colaboração internacional entre entidades detentoras do meio técnico e informacional acerca do elemento patogênico a ser combatido, pois o compartilhamento de informações é crucial para obtenção de resultados nessa área. Ademais, existe na vacinação a capacidade de propiciar a instauração da paz, ou ao menos a viabilidade da cooperação que se sobressaiu ao momento de conflito.

Embora a vacinação seja fomentada como estratégia de biodefesa, existem peculiaridades no cenário de um ataque bioterrorista. Qualquer surto de doença deve ser analisado como um potencial ataque biológico; assim sendo, os sistemas de vigilância em bioterrorismo identificarão com pontualidade, alta sensibilidade e especificidade a análise dos agentes infecciosos. A detecção precoce de agentes biológicos é de suma importância para o gerenciamento de qualquer ataque. No entanto, a pronta detecção e identificação são dificultadas pela fácil disseminação e alta letalidade de alguns microrganismos.

Adicionalmente, o sistema público de saúde pode-se valer de dois mecanismos importantes na detecção e projeção de um ataque com agentes patogênicos: vigilância sindrômica e a vigilância em tempo real. O primeiro tipo de abordagem depende da identificação de "sintomas" específicos como sinais de um possível surto. Portanto, pode-se dizer que a vigilância sindrômica refere-se à coleta e análise de dados estatísticos sobre tendências da saúde, podendo ser utilizada em conjunto com a vigilância em tempo real. Esta, por outro lado, se compromete com a análise de informações de diversas fontes da Internet, em tempo real, para detectar riscos emergentes ou confirmados para a saúde que ocorrem em todo o mundo a partir de relatórios compartilhados.

Sendo assim, observa-se que o desenvolvimento de vacinas e a consequente imunização das populações em risco em escala internacional representam as estratégias necessárias ao bloqueio de possíveis ataques bioterroristas futuros, tendo o potencial de resolução de conflitos, ameaças e até mesmo de tragédias. Desse modo, é válido dizer que existe uma grande importância acerca da análise de

dados para posterior uso direto nos meios científicos para garantir a paz e a prosperidade de um Estado, assim como manter a ordem de todo um sistema globalizado.

MÉTODOS DE PREVENÇÃO E AMENIZAÇÃO EM CASOS DE BIOATAQUE

É fundamental entender que não será possível ter uma prevenção padrão ao bioterrorismo, pois cada ataque se caracteriza de uma forma diferente. No primeiro indício de bioataque, o agente utilizado será passado por várias fases para, assim, realizar um protocolo de contingência para instituições públicas e privadas, que será refletido na sociedade. Essas fases são, primeiramente, o isolamento, para logo depois ser avaliado um fragmento para estudo, em seguida, será analisado como esse agente funciona e, enfim, encontrar-se-á uma profilaxia. Contudo, essas fases demandam tempo para a conclusão e nem sempre são garantia de sucesso.

O agente utilizado para a construção do bioataque pode ser classificado em categorias A, B, C e D. Dessa maneira, a categoria A não oferece riscos a comunidade e baixo índice de contaminação. A categoria B, mesmo não oferecendo riscos à comunidade, é considerada um agente moderado ao indivíduo. O agente C é classificado como risco moderado à comunidade e um alto índice de risco ao indivíduo. Por último, a categoria de nível D é um risco muito elevado à comunidade e ao indivíduo e, na maioria dos casos, não há uma profilaxia eficiente.

A vacina parece ser o caminho mais eficiente e o mais utilizado para suplantar um bioataque, mesmo não sendo o mais rápido. Entretanto, é o mais eficaz devido a sua constituição, de modo que utiliza o próprio sistema imunológico humano para combater o agente. Como dito anteriormente, o tempo demandado do estudo da vacina pode ser um impasse se a situação é de calamidade pública. Esse longo tempo se dá pelo grande percurso até encontrar a codificação genética do agente, e depois pela fase seguinte dos testes.

É notório saber que não há meios para garantir que todos estejam seguros e salvos, mas há caminhos que são facilitadores para manter um controle e não uma desordem social. O plano de contingência é um exemplo desses caminhos. Ele é um tipo de “fórmula” feita sobre medida para tal situação de desordem. É utilizado em empresas e pode ter reflexo na sociedade incisivamente. O objetivo

desse plano é evitar o máximo de pânico na população, a qual é a finalidade do patógeno. Com isso, o sistema de saúde de uma área que foi alvo de uma arma biológica é extremamente afetado, chegando a sobrecarregar os servidores e lotar os leitos disponíveis, principalmente, em ambientes nos quais o sistema de saúde público fornece serviços precários.

No Brasil, não existe um órgão específico para o cuidado e vigilância de bioagentes. Contudo, o país conta com laboratórios preparados para o cuidado, classificados em NB1, NB2, NB3 e NB4. À medida que o patógeno acaba sendo mais perigoso, o laboratório se torna mais cuidadoso, sendo assim o NB4 mais preparado para receber o patógeno de maior complexidade. Além disso, o Brasil é assistido pela Polícia Federal (PF) e o Exército para ser a linha de fiscalização principal para impedir a entrada desses bioagentes.

Após o ataque terrorista às torres gêmeas, em 11 de setembro de 2001, por mais que a Europa não tivesse sofrido ameaças ou suspeitas, o continente ficou em alerta e começou a criar planos e leis para minimizar um possível acontecimento catastrófico. Portugal foi um dos primeiros países da Europa a criar um plano de contingência e uma lei que assegurava o cuidado dos profissionais da saúde, os primeiros a entrarem em contato com a ameaça. A Lei de Combate ao Terrorismo implicava que seria cometido como crime qualquer uso indevido de energia nuclear, arma de fogo, biológicas ou químicas, substâncias ou engenhos explosivos ou cartas armadilhas (Decisão Quadro nº 2002/475/JAI, do Conselho, de 13 de Junho). Diante dos fatos supracitados, este país serviu de exemplo para outros países no mundo. A Finlândia também se destaca como uma grande potência no quesito proteção e cuidado contra qualquer tipo de ataque.

Dessa forma, a prevenção é um espectro muito amplo, composto por pequenas atitudes que resultam em grandes resultados. Ter um plano de contingência, realizar o estudo de uma vacina, praticar atos biosseguros e higiene ambiental são excelentes alternativas para sobressair diante de alguma calamidade.

ESPECULAÇÕES ATUAIS SOBRE BIOTERRORISMO

É essencial compreender que, ao englobar a definição de bioterrorismo como uma ação deliberada de microrganismos, vírus ou bactérias que têm como objetivo causar doença ou morte em pessoas,

animais e plantas, acabamos por bater de frente, diretamente, com o conceito de catástrofe. Catástrofes, por sua vez, são acontecimentos que causam estragos, problemas de estabilidade econômica, implicações na saúde e nos seus serviços e perdas de vidas humanas, necessitando de auxílios vindos de fora da zona atingida, desde profissionais da saúde até bens materiais. Contudo, como se aplica o bioterrorismo dentro de um processo de catástrofe? E por quais motivos ele é praticado?

O bioterrorismo é considerado uma catástrofe que afeta o social como um todo e que utiliza de meios, como agentes biológicos, que causem impactos devido a sua capacidade de propagação e transmissão, provocando um número intenso de vítimas e uma desconexão entre os meios de recursos humanos e materiais para socorrê-las. Os famosos agentes biológicos ou armas biológicas/bacteriológicas, utilizados desde os tempos remotos em conflitos armados internacionais, são toxinas/microrganismos com o objetivo de prejudicar a saúde humana a partir de interesses econômicos e de poder diante de discordâncias políticas no mundo. Fatos históricos marcantes, como os já citados anteriormente, geram medo e insegurança no mundo e revelam o quão presente foi e ainda é o terrorismo global.

À medida que se tem um maior desenvolvimento da tecnologia e, junto a isso, maiores descobertas científicas, cria-se um ambiente mais propício para a realização de práticas bioterroristas, resumindo a realidade da sociedade ao terror e ao pânico diante do desconhecido, o que gera, assim, uma reconfiguração das forças geopolíticas em disputa no planeta, recaindo direto, dessa forma, em motivos capitalistas e de ambição por destaque no cenário mundial.

Como citado anteriormente, um ataque bioterrorista afeta uma sociedade desde níveis econômicos até níveis psicológicos. Os surtos, por outro lado, podem acontecer de forma natural ou intencional e é de suma importância saber identificar cada caso. Sob essa perspectiva, existem aspectos que podem auxiliar no entendimento do ponto de origem de um contágio causado pelo mesmo agente biológico, a fim de defini-lo como bioterrorismo ou não bioterrorismo. Esses fatores seriam: pandemia e surtos que acontecem simultaneamente, com grande número de vítimas sem explicação plausível; taxas de mortalidade acima do nível considerado como normalidade; surgimento de uma doença não comum em um determinado local geográfico; progressão da epidemia com picos de infecção e regressão, dentre outros. Em casos de confirmação ou suspeita de uma propagação intencional desses agentes geneticamente modificados, profissionais de saúde e profissionais da área de segurança devem

ser envolvidos para que se recolham dados e haja a tomada correta de decisões acerca dos casos.

No ano de 2002/2003, na China, houve a explosão de um vírus semelhante ao da gripe que rapidamente evoluiu e se tornou uma pandemia, o denominado SARS-3 (Síndrome Respiratória Aguda Grave). Esse vírus atingiu o continente asiático em um momento pós-crise e deixou dúvidas que levaram ao questionamento sobre a sua origem. Segundo o cientista russo Nikolai Filatov, o SARS-3, fabricado em laboratório, surgiu de uma mistura do vírus do sarampo com o da caxumba, sendo assim um possível ato de bioterrorismo, o que nos leva a uma reflexão e especulação acerca dos dias atuais: será que o SARS-CoV-2, microrganismo responsável pela Doença do Corona Vírus 2019 (Covid-19), pode ter sido lançado no mundo devido a uma guerra comercial, baseando-se, também, na experiência vivenciada pela China anos atrás?

Alguns estudiosos consideram que o SARS-CoV-2 trouxe à tona o famoso fantasma das armas biológicas, pois surgiu em pleno conflito entre as duas maiores potências mundiais, EUA e China. Embora existam questionamentos do surgimento do vírus inicialmente na China, estudiosos questionam se a origem da Covid-19 foi realmente no país ou se tudo isso foi resultado de um jogo de interesses e de uma rede de benefícios políticos. Em fevereiro de 2021, a Organização Mundial de Saúde organizou uma junta de pesquisa, na China, que reuniu 25 pesquisadores internacionais com o objetivo de elucidar as questões relacionadas à pandemia pela Covid-19. O relatório deste encontro concluiu que o SARS-CoV-2 possui origem animal, uma vez que, a partir de análises filogenéticas realizadas com sequências genômicas completas disponíveis, os morcegos parecem ser o reservatório do vírus da Covid-19, mas o(s) hospedeiro(s) intermediário(s) ainda não foram identificados. Independentemente da causa relacionada ao surgimento deste vírus, observa-se através da pandemia da COVID-19 que os princípios da Biossegurança ressurgiram em nível global e que o impedimento da disseminação de qualquer patógeno pode ser enfrentado com a adoção de hábitos biosseguros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pôde ser comprovado ao longo de todo este capítulo, o tema Bioterrorismo é polêmico e continua em discussão na sociedade contemporânea. Vale ressaltar que nesse cenário existem as pessoas que

projetam, arquitetam e atacam, assim como existem outras que geralmente sofrem sem nem estarem envolvidas diretamente no conflito ali existente. As primeiras são as ditas elites e poderosos, os quais estão propositalmente mais protegidos de tais ataques. Surge, com isso, um dilema, pois a população que é mais isenta de culpa pelos bioataques são as mais vulneráveis.

Nessa perspectiva, é necessário que a população de todo planeta esteja informada sobre possíveis ataques bioterroristas e sobre como agir, caso ocorram. Observa-se, de fato, que as muitas regiões do mundo têm especificidades variadas de vivências e que cada uma envolve modos diferentes de combater agentes patológicos. Assim, embora seja muito difícil determinar medidas biosseguras exatas para essas ocasiões, é essencial que o assunto de prevenir e minimizar os estragos do bioterrorismo seja uma pauta de debate ativa na sociedade atual.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. Guerra e desenvolvimento biológico: o caso da Biotecnologia e da genômica na segunda metade do século XX. **Rev. Bras. Epidemiol.**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 264-282, set. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/nkVs4CTG6LwRX3dDfkvfRcm/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- AMORIM, A.; BALLARD, D.; BRANICKI, W.; MASON-BUCK, G. Biowarfare, bioterrorism and biocrime: a historical overview on microbial harmful applications, 2020. **Forensic Science International**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073820302280?via%3Dihub>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- ANVISA. **Plano de Contingência de Saúde Pública de Portos:** Gerência Geral de Instalações e Serviços de Interesse Sanitário, Meios de Transporte e Viajantes em Portos, Aeroportos e Fronteiras, 2016. p. 8-19. Disponível em: <https://www.oabsp.org.br/comissoes2010/gestoes2/2016-2018/direito-aduaneiro/eventos/2016/ii-seminario-de-sustentabilidade-ambiental-nos-transportes-aquaviarios-realizado-dia-29-de-setembro-em-brasil/3o%20Palestrante%20Rodolfo%20Nunes%20-ANVISA.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2020.

- BANDEIRA, R.; BRAGA, G.; LEÃO, R. P. Bioterrorismo: sinopse evolutiva e intervenção sanitária atual. **Territorium**, Coimbra, v. 23, p. 81-102, 2016. Disponível em: https://digitalis.uc.pt/pt-pt/artigo/bioterrorismo_sinopse_evolutiva_e_interven%C3%A7%C3%A3o_sanit%C3%A1ria_atual. Acesso em: 28 dez. 2020.
- BARBOZA, V. H. D. **Bioterrorismo e suas perspectivas em saúde pública**. 2017. 38 f. Monografia (Graduação). Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/11667>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- BENTAOUET, S. M. El bioterrorismo, ¿Es un peligro inminente? **Ius Et Scientia**, Espanha, v. 3, n. 2, p. 160-189, 2022. Disponível em: <https://revistascientificas.us.es/index.php/ies/article/view/13288/11449>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- BRAGA, S. C. G. **Bioterrorismo**: Proposta de um Plano de Contingência Hospitalar a Implementar Face a uma Ameaça; Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em Medicina de Catástrofe submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/50109/2/TESE%20Bioterrorismo.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2020.
- CARDOSO, T. A. O.; VIEIRA, D. N. Bacillus anthracis como ameaça terrorista. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 107, p. 1138-1148. Dez. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042015000401138&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 dez. 2020.
- CLARCK D. P.; PAZDERNIK N. J. Biological Warfare: Infectious Disease and Bioterrorism. **Biotechnology** (Second Edition) Applying the Genetic Revolution, p. 687-719, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123850157000223?via%3Dihub>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- COHEN, D.; FRANZ, D. R.; GREEN, M. S.; LEDUC, J. Confronting the threat of bioterrorism: realities, challenges, and defensive strategies. **The Lancet Infectious Diseases**, p. 2-13, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30340981/>. Acesso em: 28 dez. 2020.

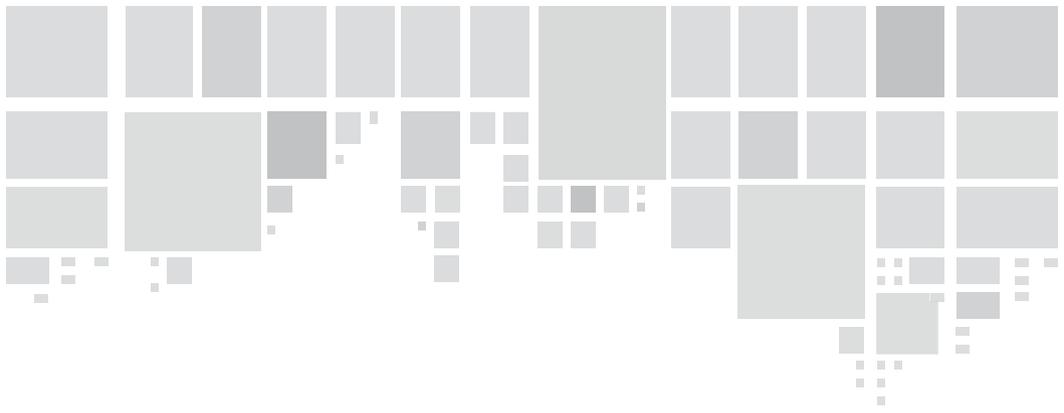
- CRUZ, N. V. G. DAMASO, C. R. O potencial do vírus da varíola como arma biológica no cenário mundial atual. **EsSEX**: Revista Científica, v. 3, n. 4, p. 5-23, 2020. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/RCEsSEx/article/view/504>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- DIAZ, A. M. **Bioterrorismo**: coronavírus é resultado de uma guerra comercial por outros meios e métodos. ALAI/ Agência Latino Americana de Informação, 2020. Disponível em: <https://dialogosdosul.operamundi.uol.com.br/mundo/63367/bioterrorismo-coronavirus-e-resultado-de-uma-guerracomercial-por-outros-meios-e-metodos>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- FIOCRUZ. Banco de Informações. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/bioterrorismo.htm>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- GREEN, M. S.; LEDUC, J.; COHEN, D.; FRANZ, D. R. Confronting the threat of bioterrorism: realities, challenges, and defensive strategies. **The Lancet Infectious Diseases**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 3-13, jan. 2019. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(18\)30298-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(18)30298-6/fulltext). Acesso em: 21 dez. 2020.
- POMPEU; T. L. E. **Normativas internacionais de proteção contra bioterrorismo e biocrimes**: lacunas e vulnerabilidades no Brasil, 2014. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, p. 30-97. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/37532>. Acesso em: 20 dez. 2020.
- RAMBAUSKE, D.; CARDOSO, T. A. O.; NAVARRO, M. B. M. A. Bioterrorismo, riscos biológicos e as medidas de biossegurança aplicáveis ao Brasil. **Physis**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 1181-1205, dez. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-73312014000401181&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 dez. 2020.
- ROCHA, F. F. **Coronavírus ressuscita o fantasma das armas biológicas**, 2020. Disponível em: <https://www.justificando.com/2020/03/16/coronavirus-ressuscita-o-fantasma-das-armas-biologicas/>. Acesso em: 20 dez. 2020.

SANTOS; Z. B. **Bioterrorismo**: A condição do Brasileira no âmbito da Segurança Nacional e o impacto na Saúde Pública, 2017. Centro Universitário de Brasília Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, p. 5-18. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11716/1/21485009.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2020.

SILVA, F. R. B. **Governança de novas dimensões de segurança internacional**: doenças infecciosas emergentes, 2014. 142 f., il. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/17647>.

VIVONI, A. M.; GAVIÃO, L. O. O bacillus anthracis (antraz) na guerra biológica: uma análise sob o ponto de vista da microbiologia. **R. Marít. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 138, n. 04/06, p. 69-81, abr./jun. 2018. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/revistamaritima/issue/view/55>. Acesso em: 21 dez. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)**, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.



UM OLHAR CONTEMPORÂNEO PARA AS VACINAS

Jéssica Laís Maria da Silva

Kamylla Souza Hermínio Silva

Thalyta Gabriella Rezende Mendonça de Lyra

Ana Vitória Marcena Coutinho

Athos Duarte Ferreira

Bruno Oliveira De Veras

Maria Betânia Melo de Oliveira

INTRODUÇÃO

“[...] Se a descoberta da vacina foi progressiva, a alegria [...] de ser o instrumento destinado a tirar do mundo uma de suas maiores calamidades [...] era tantas vezes exagerada que [...], às vezes, eu me via eu mesmo numa espécie de devaneio”. Foi dessa forma, que Edward Jenner referiu-se a sua criação que iria mudar totalmente a perspectiva sanitária no mundo: a descoberta da vacina. Os primeiros relatos do uso de algo semelhante a uma vacina ocorreram na China, no século X. Na busca por alternativas contra a varíola, os chineses tentaram um primitivo método de inserir formas inativadas do vírus no corpo da população. Por meio das cascas de feridas provocadas pela doença, os chineses buscaram uma solução para a cura daquela enfermidade. Essas cascas eram fragmentadas a uma espécie de pó, que era soprado no rosto das pessoas sem sucesso, mas já demonstrando um vasto conhecimento sobre ciência. A resposta que os chineses ansiavam para a erradicação da varíola só viria séculos depois.

Em 1798, um médico e cientista inglês, Edward Jenner, utilizou pela primeira vez o vocábulo “vacina”. Ele escutou relatos dos camponeses que não contraíam varíola, porém tinham lesões de uma doença semelhante à varíola bovina, que era de inferior repercussão no corpo humano, e resolveu investigar. Em suas análises, o médico inseriu dois vírus em um garoto de oito anos e teve a tese confirmada, a qual deu origem ao termo vacina, *Variolae vaccinae*, em referência a varíola bovina. Mesmo com o grande avanço na época, Jenner foi ridicularizado e seus resultados não foram aceitos tão facilmente. Após alguns anos, as barreiras foram sendo quebradas e aos poucos o profissional foi sendo devidamente reconhecido por sua descoberta, de modo que, em 1800, a Inglaterra permitiu a vacinação de seis mil pessoas, marco importante para a imunização e para descoberta deste cientista.

Entretanto, desde a descoberta de Jenner até o advento das vacinas conhecidas na atualidade, transcorreu-se muito tempo. Foi em 1881 que o cientista Louis Pasteur iniciou o desenvolvimento da segunda geração das vacinas, que são mais semelhantes às conhecidas atualmente. Direcionadas ao combate da cólera aviária e o carbúnculo, Pasteur batizou suas novas substâncias criadas com o termo “vacina”, com o intuito de homenagear o precursor da imunologia Edward Jenner. A partir de então, foi dado início a produção em massa das vacinas que se tornaram um importante elemento para a erradicação de doenças na sociedade. Este capítulo faz um levantamento sobre os principais marcos relacionados à produção das vacinas, considerando seus benefícios e desafios.

IMPORTÂNCIA DA VACINAÇÃO

Até 1980, a varíola era uma doença altamente letal, no entanto, seu tempo de terror sobre a humanidade foi considerado findado naquele ano, sendo considerada como a única doença erradicada no mundo, sendo possível através da vacinação em massa. Outro exemplo é a poliomielite, uma doença que foi fortemente reduzida graças à imunização. É possível notar, segundo dados coletados pela Emory University School of Medicine, em Atlanta, nos Estados Unidos, uma redução de 90% do número de notificações neste país de 10 doenças preveníveis por vacinas.

O Brasil, por sua vez, possui o Programa Nacional de Imunização (PNI), criado em 1973, responsável por oferecer à população brasileira, de forma gratuita, as vacinas recomendadas pela Organização

Mundial de Saúde (OMS). Uma iniciativa dessa natureza é extremamente benéfica, em especial para países em desenvolvimento como o nosso, através da redução dos elevados custos médicos e assistenciais que existem com a proliferação de doenças, além da redução da superlotação e dos gastos hospitalares. Um exemplo disso é a Índia que – de acordo com estimativas – economizaria \$4,6 bilhões (em 2016) caso imunizasse sua população com a vacina pneumocócica conjugada (sarampo e rotavírus).

Um dos grupos mais afetados pela ausência ou presença de uma política de imunização ativa no país são as crianças, visto que anualmente são salvas cerca de 2 a 3 milhões de crianças pelo simples processo de vacinação. Entretanto, a vacinação consiste em visão político-filosófica mais ampla do que a saúde, que abrange aspectos dos mais diversos. Percebe-se essa diversidade, por exemplo, quando as crianças acabam tendo o desenvolvimento físico e mental conturbado enquanto crescem, devido a recorrentes enfermidades preveníveis por meio de vacinação.

Assim, a importância da vacinação se reflete de maneira mais polida ao se notar que contribui, na realidade, para a manutenção da qualidade de vida do ser humano, e que a acessibilidade a ela é essencial para o desenvolvimento de uma sociedade mais saudável e equitativa. Nessa perspectiva, um dos pontos essenciais da imunização é a sensibilização das pessoas para os efeitos negativos da falta dessa proteção, os quais reforçam o ato de se vacinar não somente como uma escolha, mas como um dever para com o social. Isso porque existe um fator chamado imunização de rebanho. A ideia é simplesmente que, ao se proteger de um agente biológico por meio da vacinação, o indivíduo também está contribuindo para a proteção do outro e do grupo (rebanho), já que, em alguns casos, as pessoas acabam não produzindo uma resposta imune à vacina ou não podem ser vacinadas por dada condição fisiológica, e aquelas que foram vacinadas deixam de ser um possível transmissor.

Dessa forma, quando alguém decide não se vacinar – o que é comumente motivado por religião ou por filosofia, segundo pesquisas recentes – esta pessoa está deliberadamente colocando seus concidadãos em risco. Inclusive, acaba sendo essa uma das facetas mais cruas no que diz respeito ao teor imprescindível da vacinação, pois envolve a responsabilidade conjunta do Estado, das instituições e de cada indivíduo sobre a vida dos outros e, quando não há essa responsabilidade, também deixam de existir futuros de muitas crianças, possibilidades e vidas que se limitam e se esvaem. É esse grau de

que a vacinação carrega, convocando a união de todos com a noção de conjunto da imunização de rebanho.

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE VACINAS

Recentemente, a humanidade presenciou uma corrida contra o tempo para desenvolver uma vacina eficaz e segura contra o novo Coronavírus, agente infectante que provocou a pandemia da Covid-19. Cientistas do mundo inteiro trabalharam incansavelmente em busca de um imunobiológico que prevenisse a população de ser infectada pelo patógeno SARS-CoV-2 (ver Capítulo 3). No entanto, todos perceberam que esse não é um procedimento simples de ser realizado. A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de vacinas são complexos, delicados e demandam muito tempo de pesquisa, investimentos (estima-se entre US\$ 100 milhões a US\$ 1 bilhão) e testes, chegando a durar, em média, 10 anos para serem concluídos. Em alguns casos, mesmo após anos de pesquisa, é possível descobrir que a vacina não é totalmente eficiente ou que não apresenta segurança, como acontece com as vacinas contra o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e Dengue, respectivamente. Para ser comercializado, o imunizante deve ter a aprovação da OMS e da Agência Sanitária do país em questão; no caso do Brasil, aprovação da Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa). Para esse fim, é necessário seguir impecavelmente as etapas de P&D, que consistem em pesquisas exploratórias em busca do antígeno candidato, testes laboratoriais e ensaios clínicos em humanos.

Pesquisas exploratórias

A trajetória em busca da vacina é iniciada nessa etapa. Nesta fase, os pesquisadores precisam compreender o mecanismo de ação da doença, ou seja, como o patógeno atua no organismo humano e, a partir disso, buscam encontrar o princípio antigênico específico, qual substância, molécula ou parte do patógeno servirá como base para encontrar o imunizante considerado ideal. Normalmente, são analisados de 5.000 a 10.000 compostos, ou seja, é um trabalho que demanda muito tempo de estudo e observação para encontrar o antígeno que guiará as etapas seguintes do processo.

Etapa pré-clínica

Após a descoberta do princípio antigênico, os pesquisadores avançam para a fase de testes laboratoriais *in vitro* e/ou *in vivo*. Nessa fase são analisados cerca de 250 compostos com o objetivo de avaliar a toxicidade, dosagem, segurança e eficiência dos candidatos à vacina. São utilizados modelos celulares (*in vitro*) para observar a atuação do agente imunizante em células semelhantes às humanas ou organismos vivos (*in vivo*), tais como ratos, camundongos e coelhos. Esse último ensaio tem se tornado bastante polêmico no contexto atual após o crescente número de movimentos em defesa dos animais, que passaram a exigir das Instituições de Pesquisa e empresas farmacêuticas a substituição dos testes *in vivo* por experimentos científicos com métodos alternativos, que evitem dor e sofrimento animal. Dessa forma, os laboratórios têm se reinventado para encontrar métodos menos abusivos e que atendam ao objetivo científico, visto que os testes em organismos vivos eram considerados por eles mais eficazes e de baixo custo. Essa etapa somada à anterior costumam durar de 3 a 6 anos para serem concluídas.

Estudos clínicos em humanos

Após aprovação nas etapas iniciais, o próximo passo corresponde às testagens em humanos. Os estudos são realizados em três fases principais, com números controlados de voluntários.

- **Fase I:** O objetivo é avaliar a segurança (toxicidade) do produto em humanos saudáveis. São testados no máximo 100 pessoas e dura de 12 a 18 meses.
- **Fase II:** Os estudos da fase II almejam analisar a imunogenicidade da vacina, ou seja, a capacidade que ela tem de estimular a produção de anticorpos pelo sistema imunológico, bem como os efeitos colaterais. São testados de 100 a 500 voluntários e pode durar até 2 anos.
- **Fase III:** Com o sucesso da fase II, é iniciada a fase III em que é avaliada a eficiência, segurança e reações adversas da vacina em milhares de pessoas (entre 1000 a 5000 voluntários). Para avaliar esses aspectos, são realizados os testes “duplo-cego”, em que uma parte dos indivíduos recebe o imunizante e outra parte recebe placebo, sem nem voluntário nem pesquisador

saber o que foi recebido. Caso a vacina apresente eficácia e segurança comprovada nessa fase, ela é submetida à aprovação das autoridades regulatórias (OMS e Anvisa) para serem licenciadas e posteriormente produzidas em massa. Após a produção e aplicação nas pessoas, os estudos seguem para a fase IV, na qual é monitorada a segurança e a eficácia em longo prazo e em milhões de pessoas para detectar possíveis efeitos colaterais anteriormente não encontrados.

É importante salientar que toda testagem clínica apresenta probabilidade de insucesso entre as passagens de fase. De acordo com Cruz (2018), a taxa de sucesso após aprovação da vacina é ilustrada pela relação de 1 substância aprovada para aplicação em humanos de 5.000 testadas, representando o árduo processo de P&D de imunobiológicos em todo o mundo.

PRINCIPAIS TECNOLOGIAS APLICADAS AO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS

O imunizante considerado ideal deve oferecer ao indivíduo boa eficiência (precisa ativar os linfócitos T auxiliares, que por sua vez, ativam linfócitos B a produzir anticorpos específicos, assim como células citotóxicas potentes), resposta imunológica duradoura (de preferência por toda a vida ou por décadas), também deve ter poucos ou nenhum efeito colateral, ser ministrado preferencialmente em uma única dose, e não provocar a doença a qual ele deve imunizar.

A vacina é um imunobiológico composto pelo antígeno (substância estranha ao organismo que provoca a reação do sistema imune) e pelo líquido em suspensão. Em alguns casos são utilizados conservantes, neutralizantes e adjuvantes (naturais ou sintetizados). Este último é empregado com a finalidade de prevenir alterações, melhorar ou corrigir características organolépticas, provocar resposta imunológica mais rápida, com mais intensidade e por um período de tempo maior, principalmente quando o antígeno possuir baixa imunogenicidade (capacidade de provocar reação imune).

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento de vacinas são divididas por gerações de acordo com o avanço da Biotecnologia moderna. Atualmente nos encontramos na terceira geração, em que novas técnicas mais complexas, porém mais inovadoras estão sendo testadas para a produção de novos imunizantes em todo o mundo.

Vacinas que contêm o patógeno inteiro

Representam as vacinas da primeira geração, as mais tradicionalmente usadas. O próprio microrganismo atenuado ou inativado funciona como antígeno para provocar o mecanismo de produção de anticorpos do sistema imunológico.

As vacinas com agente atenuado (enfraquecido) tentam simular uma infecção natural, pois os agentes atenuados conseguem se replicar no hospedeiro. Elas são mais baratas e simples e, pelo fato de o agente infeccioso estar vivo, provocam uma maior durabilidade da imunização no organismo (geralmente são aplicadas em única dose). No entanto, pelo mesmo motivo, são vacinas que têm maior chance de reversão do agente enfraquecido, principalmente em pessoas imunocomprometidas, além de ser mais difícil de armazená-las, visto que necessitam de baixas temperaturas e pH estável, como a vacina da Febre Amarela, Sarampo, Catapora, Pólio Oral e BCG.

As vacinas com agente inativado são mais seguras e estáveis em relação à temperatura em virtude de o patógeno estar morto. Por outro lado, é uma vacina considerada de baixa imunogenicidade, ou seja, possui imunidade passageira, sendo necessária a aplicação de várias doses para adquirir a resposta imunológica almejada, além de precisar de reforço tempos depois, como a vacina antirrábica. A Figura 1 traz uma ilustração representativa dos mecanismos de ação de vacinas baseadas em patógenos atenuados ou inativados no organismo.

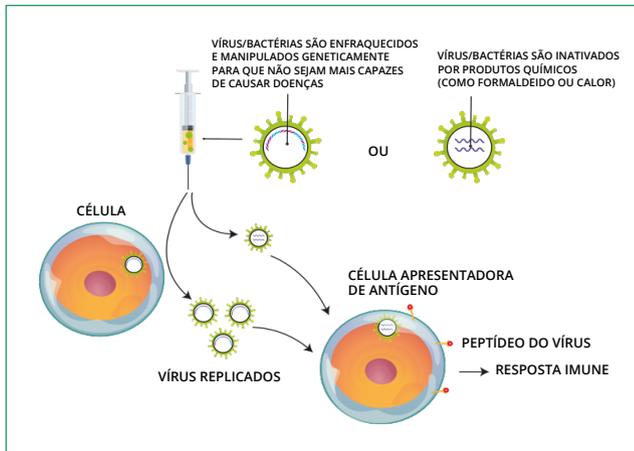


FIGURA 1: Mecanismo de ação de vacinas baseadas em patógenos atenuados ou inativados no organismo

FONTE: Autoria própria.

Vacinas acelulares

São categorizadas como pertencentes à segunda geração. Utilizam-se de partículas dos agentes como toxinas purificadas e inativadas quimicamente, proteínas e polissacarídeos purificados para induzir a proteção imunológica e produção de anticorpos. Essas vacinas apresentam boa resposta imune humoral, sem a necessidade de utilizar o patógeno inteiro. No entanto, apresentam alto custo de fabricação, o que dificulta a produção em grande escala. As vacinas mais conhecidas que utilizam essa tecnologia são a vacina antitetânica, antidiftérica, contra coqueluche e aquelas para controle da meningite meningocócica e pneumonia. Pode-se analisar o mecanismo de ação de vacinas acelulares que usam toxinas do agente infectante, como pode ser visualizado na Figura 2.

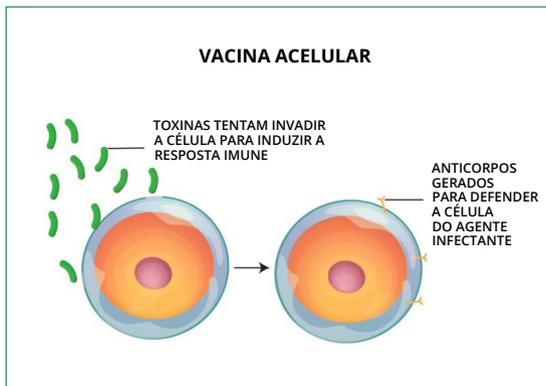


FIGURA 2: Mecanismo de ação de vacinas acelulares a base de toxinas do patógeno no organismo

FONTE: Autoria própria.

Vacinas vetorizadas

São vacinas da terceira geração que utilizam vetores vivos (plasmidial ou viral) para introduzir informação genética nas células do hospedeiro, a fim de estimular a resposta imunológica adequada. O vetor ideal deve ter grande capacidade de transporte genômico, ser fácil de produzir, direcionar a resposta imune para células específicas, não permitir replicação autônoma do DNA, garantir longa expressão gênica, ser atóxico e não induzir reação autoimune no indivíduo. Os

vetores plasmidiais não apresentam patogenicidade (são mais seguros), são de baixo custo e fáceis de produzir. Contudo, não apresentam boa eficiência na entrega do material genético, são difíceis de manter íntegros no meio extracelular, e há dificuldade de manter a expressão do gene terapêutico.

Os vetores virais são produzidos a partir de vírus de DNA ou RNA, que são ou não replicáveis dentro de um organismo vivo. Estes possuem eficácia no transporte do material genético (alta habilidade de entrar e expressar seus genes dentro das células-alvo), induzem forte resposta imunológica e oferecem longo prazo de estabilidade. Todavia, a patogenicidade de alguns vírus pode ser elevada, logo, deve-se levar em consideração a sua utilização de acordo com o vírus escolhido e o objetivo pretendido. Alguns dos vetores baseados em vírus são: Retrovírus, Adenovírus, Herpesvírus, Vírus Adenossoviados e Poxvírus. Na Figura 3 é possível observar um esquema que simboliza o mecanismo de ação de vacinas contra o novo Coronavírus (SARS-CoV-2) e que utilizam, como alternativas de antígenos, vetores virais replicáveis e não replicáveis no organismo.

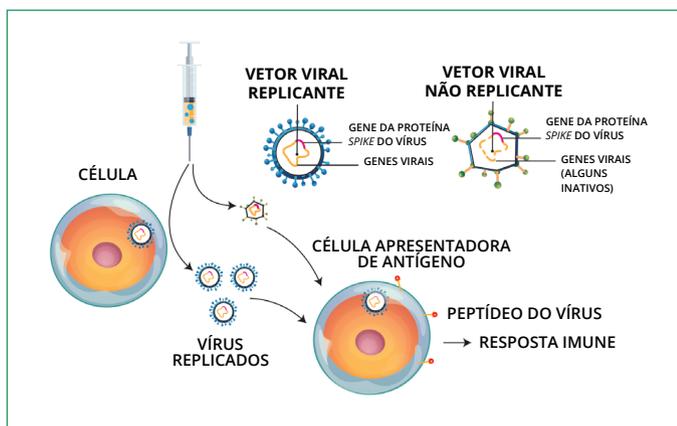


FIGURA 3: Mecanismo de ação de vacinas contra o SARS-CoV-2 baseadas em vetores virais
FONTE: Autoria própria.

Vacinas de proteína recombinante

Essa plataforma tecnológica também é enquadrada nas técnicas vacinais mais modernas e inovadoras. Baseado na identificação de proteínas imunogênicas de um dado agente infeccioso, é possível

detectar as sequências de nucleotídeos que integram estas proteínas em um banco de dados e produzir grandes quantidades utilizando a metodologia de DNA recombinante. Essa produção geralmente é realizada através de expressão heteróloga, método da Biotecnologia moderna que consiste em utilizar bactérias, como a *Escherichia coli*, leveduras, células de mamíferos e insetos, para produzir o antígeno e posteriormente incorporá-lo na formulação da vacina.

Pela técnica de vacina recombinante, também é viável introduzir somente sequências gênicas de proteínas imunodominantes dos patógenos em vetores plasmidiais ou virais, que se replicarão no organismo hospedeiro. Vacinas com a técnica de proteína recombinante são mais seguras, possuem proteção de maior espectro (múltiplos sorotipos), menos reatogênicas e induzem imunidade protetora sem o risco de efeitos colaterais ou reações causadas por outros microrganismos. Um dos maiores obstáculos é desenvolver vacinas que promovam a resposta imune desejada contra patógenos. Destacam-se, como imunizantes baseados em proteína recombinante, as vacinas contra Hepatite B e Papiloma Vírus Humano (HPV). É possível observar na Figura 4, o mecanismo de ação de vacinas que utilizam como antígeno proteínas recombinantes para combater o SARS-CoV-2.

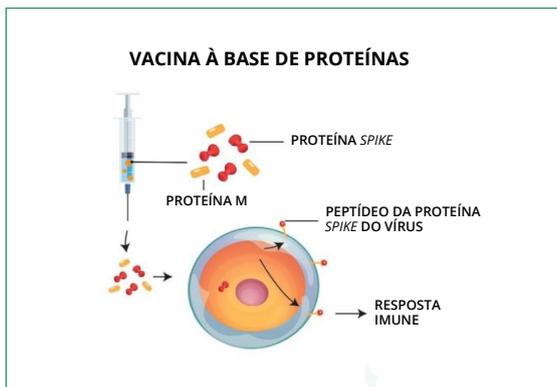


FIGURA 4: Mecanismo de ação de vacinas contra o SARS-CoV-2 à base de proteínas recombinantes

FONTE: Autoria própria.

Vacinas de ácidos nucleicos (DNA e RNA)

Vacinas de DNA: nessa técnica é empregado apenas o material genético do agente. São introduzidos, por meio de plasmídeos no

organismo do indivíduo, um ou mais genes codificadores de proteínas típicas do patógeno. Esses genes irão se deslocar para o núcleo da célula, processo que é facilitado através da técnica de eletroporação (há a criação de poros nas membranas celulares para facilitar a passagem do DNA), em que será gerado o RNA mensageiro e posteriormente produzido as proteínas exógenas do agente infeccioso, estimulando a resposta imune do organismo.

Muitas são as vantagens da vacina de DNA, entre elas a simplicidade de produção, baixo custo, alta segurança, possibilita a fabricação em grandes escalas e são estáveis em temperatura ambiente (não necessita de refrigeração, o que facilita o transporte e alcance da imunização). Porém, doses repetidas podem causar toxicidade nos indivíduos e a imunogenicidade em humanos é inferior à observada em animais, sendo necessária a adição de adjuvantes para intensificá-la.

Vacinas de RNA: Assim como as vacinas de DNA e de vetores, o RNA mensageiro (mRNA) pode ser utilizado para transportar genes exógenos para dentro das células, a fim de criar resposta imune contra a proteína codificada. O RNA sintético estimulará o próprio organismo a produzir as proteínas do agente e posteriormente os anticorpos contra essas proteínas, gerando memória imunológica. As vacinas de RNA não precisam atingir muitas células-alvo para provocar o efeito desejado, o que representa uma enorme vantagem de sua utilização além de apresentarem resultados positivos quanto à resposta efetiva.

Algumas vacinas contra a Covid-19 foram desenvolvidas utilizando essa plataforma tecnológica e o mecanismo de ação dessas no organismo pode ser observado na Figura 5.

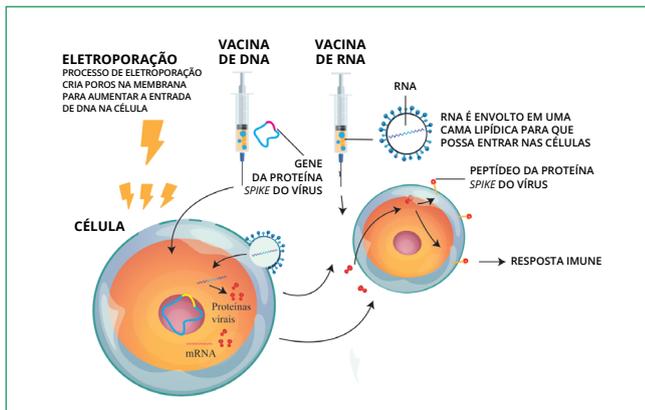


FIGURA 5: Mecanismo de ação de vacinas à base de ácidos nucleicos contra o SARS-CoV-2

FONTE: Autoria própria.

VACINAS COMO BIG BUSINESS

Vivemos em um mundo capitalista que está sempre inclinado à obtenção de lucros. As indústrias farmacêuticas não estão isentas de influências por parte desses ideais. A missão de suprir uma das necessidades mais básicas da vida humana, a saúde, faz com que as indústrias farmacêuticas se tornem extremamente poderosas no âmbito político e econômico.

Apesar de sua inestimável importância para a sociedade, estas indústrias atuam como qualquer outro setor de produção, buscando a qualquer custo lucros expressivos. O próprio conceito de eficiência vacinal já está baseado em um balanço positivo da relação custo/benefício. Não é à toa que essa indústria tem se tornado um dos setores mais produtivos que compõe a esfera capitalista.

O desenvolvimento de imunizações se tornou uma espécie de “big business”. Tal termo se aplica a um grupo influente de empresas e organizações que exercem atividades financeiras ou comerciais importantes e em grande escala.

Entre 2005 e 2012, as 13 maiores compras e fusões entre produtores de vacinas e farmacêuticas movimentaram cerca de US\$ 220 bilhões e transformaram, no final desse período, as principais farmacêuticas como os maiores produtores globais, sendo então responsáveis por cerca de 75% do mercado global de vacinas. Atualmente, o ranking pode estar modificado, mas o panorama permanece o mesmo (GUIMARÃES, 2020).

Durante o cenário pandêmico do novo coronavírus em 2020, observamos que os governos, doadores e organizações filantrópicas foram os principais responsáveis pela maior parte dos investimentos na produção de vacinas. Apesar da demanda e necessidade urgente da vacina, grandes empresas inicialmente não demonstraram interesse no financiamento de projetos. Um dos motivos é o fato de que o desenvolvimento de vacinas nesse contexto, historicamente não costuma trazer muitos lucros.

O processo de pesquisa e desenvolvimento de vacinas, além de demandar tempo, é arriscado, uma vez que há uma possibilidade significativa de não se alcançarem os resultados desejados. Na perspectiva financeira, sua produção nem sempre é rentável. Exemplo disso, pode ser observado quando comparado, por exemplo, com longos tratamentos para algumas doenças. Nestas situações, tratar

a doença é um investimento mais seguro e lucrativo para alguns fornecedores de medicamentos que curá-la.

Sendo assim, doenças que afetam predominantemente países subdesenvolvidos, como a malária, doença de chagas e esquistossomose, não despertam o interesse da indústria farmacêutica, visto que exigem grande fornecimento, menor custo e poucas administrações. Em contrapartida, há um investimento pesado em medicamentos nos países mais ricos, particularmente naqueles em que doses diárias são necessárias.

Percebe-se, então, que a produção de vacinas na configuração atual se apoia no mercado e não no sentimento humanitário. Como em qualquer outro negócio, a busca pelo lucro está acima de qualquer coisa, logo, em algumas situações, só se pesquisa aquilo que trará retorno financeiro.

MOVIMENTO ANTIVACINA

Esse movimento que ficou tão em evidência no ano de 2020, devido à pandemia do Covid-19, pode ter surgido como uma grande novidade para muita gente e, com isso, as divergências entre opiniões a respeito da vacinação foram acentuadas. No entanto, esses movimentos já fazem parte da nossa sociedade há uns séculos, apenas estavam adormecidos. Para exemplificar, pode-se citar a Revolta da Vacina, que ocorreu em 1904, no estado do Rio de Janeiro, quando as pessoas, maioria de classe baixa, sem antes serem informadas sobre tal processo, foram obrigadas a se vacinarem contra as principais doenças que assolavam e estavam matando centenas de pessoas na época, dentre tais doenças: a varíola, a peste bubônica e a febre amarela. Com isso, o medo da vacinação se instalou e a violência foi disseminada na população como meio de proteção contra a tal “cura desconhecida”. Dessa forma, pode-se observar que o desconhecimento sobre tal aspecto corrobora na perpetuação de ideias e pensamentos falsos que se difundem por anos afins.

O movimento antivacina vem interferindo as ações de saúde pública, visto que pretende regredir inúmeras conquistas no combate às doenças, que já foram extremamente mortais, e atualmente podem ser evitadas com a vacinação. Esse movimento ganhou força em 1998, com o médico Andrew Wakefield, que publicou um artigo no qual relacionava o espectro autista como uma consequência e efeito colateral da vacina contra a tríplice viral (rubéola, caxumba e

sarampo). Contudo, mesmo após esse artigo ter sido desmentido e comprovado que o médico havia adulterado os exames, as notícias falsas sobre os efeitos da vacinação ainda continuaram a ser propagadas entre a população e, como consequência, muitas famílias deixaram de vacinar seus filhos.

A partir de 2016, a onda de *fake news* se espalhou no mundo. O aparecimento de notícias falsas através dos meios sociais teve uma repercussão gigantesca, atingindo várias esferas da sociedade até os dias atuais, pelo fato de ser um meio mais rápido e mais “seguro” para os anonimatos. Dessa forma, as mentiras sobre as vacinas voltaram à tona e, no caso do Brasil, o país ficou abaixo da cobertura vacinal contra diversas doenças que atingem o público infantil, não atingindo a meta de vacinação, chegando a quase 50% na taxa de abandono para poliomielite, tríplice viral, sarampo (que, inclusive, tinha sido erradicado, porém surgiram novos casos em 2019) e mais seis vacinas, contra: difteria, coqueluche, tétano, rubéola, caxumba e meningocócica C, de acordo com o Sistema Nacional de Imunização (SNI, 2019), ou seja, um triste descaso com a saúde pública do país.

A vacina foi uma grande descoberta há centenas de anos e é atualmente a responsável por combater de forma eficaz milhares de doenças. Ela é um tipo de imunização ativa, na qual induz o sistema imunológico do organismo a produzir sua própria reação de combate contra o antígeno ali inserido ou que possa entrar em contato futuramente. No entanto, apesar das suas inúmeras vantagens, as vacinas podem apresentar alguns efeitos colaterais. Estes variam de pessoa para pessoa, e tal fato causa certa insegurança nos indivíduos, sendo mais comum naqueles com pouco acesso às informações. Mesmo o Brasil possuindo programas governamentais de incentivo à vacinação, como o PNI, elaborado pelo MS, o acesso da população a esses recursos ainda é escasso, visto que não há campanhas midiáticas que influenciam de forma efetiva essa conduta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de informações científicas de qualidade em consonância à disseminação de conteúdos falsos impactam negativamente a percepção e o discernimento da população. Estas distorções, para reforçar determinadas ideias podem levar a desconfianças e atitudes que aumentam a vulnerabilidade às doenças. Logo, é necessário que haja um maior engajamento das entidades públicas na divulgação de

propagandas com mais conteúdos científicos e verdadeiros de qualidade, argumentos didáticos, linguagem de fácil compreensão e que sejam expostos em locais públicos e acessíveis, a fim de que esses movimentos antivacinas sejam, de fato, combatidos. Desse modo, a população brasileira poderá finalmente entender a importância e necessidade da vacinação contra enfermidades, principalmente em situações pandêmicas, como, por exemplo, contra a Covid-19 que vitimou milhares de pessoas em todo o mundo durante o ano de 2020 e 2021.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, C. C. F. Movimento antivacina. *In*: BEZERRA, C. C. F. **Movimento antivacina**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.infoescola.com/sociedade/movimento-antivacina/>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- CRUZ, M. V. O. A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: Transferência de tecnologia para produção de vacinas. *In*: CRUZ, M. V. O. **Gerenciamento de processos na gestão de contratos de transferência de tecnologia da produção de vacinas virais: estudo de caso da vacina contra rotavírus humano G1 P[8] (atenuada)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/34908>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- DIAS, L. C. Movimento antivacinas: uma séria ameaça à saúde global. *In*: **Movimento antivacinas: uma séria ameaça à saúde global**. Campinas, 2020. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-carlos-dias/movimento-antivacinas-uma-seria-ameaca-saude-global>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- DINIZ, M. O.; FERREIRA, L. C. S. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 70, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000300003. Acesso em: 16 dez. 2020.

- ESTEVEES, G. S. Vacinas: Vacinas Recombinantes. *In*: ESTEVES, G. S. **Desenvolvimento de metodologias para purificação e caracterização da proteína recombinante LigANI candidata a vacina contra leptospirose humana e animal**. 2018. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/26664>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- FERRAZ, L. G. W. Vacinas baseadas em dna para prevenção da COVID-19: Mecanismo de ação, ensaios clínicos e pedidos de patentes. **Observatório de tecnologias associadas à COVID-19**, [S. l.], nov. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/Arquivos%20Textos/Estudo8Vacinas.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- FERREIRA, M. C. *et al.* Adjuvantes Vacinais, 2013. *In*: Simpósio de Produção Acadêmica, 5, 2013, Viçosa. **Anais SIMPAC**. Viçosa: Centro Universitário de Viçosa, 2013. Disponível em: <https://academico.univicoso.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/100>. Acesso em: 17 dez. 2020
- FIOCRUZ. **Vacinas**: as origens, a importância e os novos debates sobre seu uso, Rio de Janeiro: Bio-Manguinhos, jun. 2016. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/1263-vacinas-as-origens-a-importancia-e-os-novos-debates-sobre-seu-uso?showall=1&limitstart#:~:text=Foi%20em%201798%20que%20o,menor%20impacto%20no%20corpo%20humano>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- GOERSCH, C. S. Desenvolvimento: Vacinas de DNA. *In*: GOERSCH, C. S. **Biotecnologia aplicada às vacinas de DNA**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) - Faculdade de Ciências da Saúde e Educação, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/11699>. Acesso em: 17 dez. 2020
- GUIMARÃES, R. Vacinas Anticovid: um Olhar da Saúde Coletiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, ed. 9, 28 ago. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232020000903579&tlng=pt. Acesso em: 16 dez. 2020.

- HOOKER, L.; PALUMBO, D. **Covid-19**: o que as farmacêuticas têm a ganhar na corrida bilionária por vacinas. [S. l.], 16 dez. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-55318843>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- KALIL, J. Novas Estratégias de Vacinas. **Gazeta Médica da Bahia**, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.gmbahia.ufba.br/index.php/gmbahia/article/viewFile/262/253>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- KANO, F. S.; VIDOTTO, O.; VIDOTTO, M. C. VACINA de DNA: aspectos gerais e sua aplicação na medicina humana e veterinária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, 2007. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/2925/2482>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- LAROCCA, L. M.; CARRARO, T. E. O mundo das vacinas – caminhos (des)conhecidos. **Cogitare Enfermagem**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 43-50, jul./dez. 2000. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/44884>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- MENDONÇA, S. B. *et al.* TECNOLOGIAS GLOBAIS NA PRODUÇÃO DE VACINAS CONTRA O COVID-19. **Revista Científica da FMC**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <http://www.fmc.br/ojs/index.php/RCFMC/article/view/373/222>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- NANDI, A.; SHET, A. Why vaccines matter: understanding the broader health, economic, and child development benefits of routine vaccination. **Human vaccines & immunotherapeutics**, [S. l.], p. 1-6, 24 jan. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/21645515.2019.1708669>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- NASSARALLA, A. P. A. *et al.* Dimensões e consequências do movimento antivacina na realidade brasileira. **Revista Educação em Saúde**, Anápolis, v. 7, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/234552458.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- OLIVEIRA, B. A. Vetores virais para uso em terapia gênica. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Belém, v. 9, ed. 2, 2018. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232018000200057#:~:text=Para%20levar%20o%20material%20gen%C3%A9tico,c%C3%A9lulas%20Dalvo%20do%20hospedeiro10. Acesso em: 16 dez. 2020.

- ORENSTEIN, W. A.; AHMED, R. Simply put: vaccination saves lives. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S. l.], p. 1-3, 18 abr. 2017. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/pnas/114/16/4031.full.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- REGO, J. M. N. Vacinas de mRNA. *In*: REGO, J. M. N. **Vacinas de mRNA: o que são e perspectivas de utilização contra o cancro**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015. Disponível em: <https://eg.uc.pt/handle/10316/88799>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- SARAIVA, L. J. C.; DE FARIA, J. F. A ciência e a mídia: a propagação de fake news e sua relação com o movimento anti-vacina no Brasil, set. 2019, *In*: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 42, 2019, Belém. **Anais Intercom**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2019. Disponível em: <https://portalintercom.org.br/anais/nacional2019/resumos/R14-1653-1.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- SIQUEIRA, J. L. J. Desenvolvimento. *In*: SIQUEIRA, J. L. J. **Engenharia Genética e a Tecnologia do DNA Recombinante no Desenvolvimento de vacinas gênicas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) - Faculdade de Ciências da Saúde e Educação, Centro Universitário de Brasília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11701/1/21462019.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- STEVANIM, L. F. Uma vacina para a humanidade: da expectativa à realidade, os esforços para se chegar a uma vacina contra Covid-19 acessível à população. **RADIS: Comunicação e Saúde**, Rio de Janeiro, ed. 216, p. 12-21, Setembro 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/43683>. Acesso em: 16 dez. 2020.
- VAZ, L. B. A DESCOBERTA DA VACINA: uma história de sucesso no combate a grandes epidemias. **Acervo Faculdade Atenas**, [s. l.], 2017. Disponível em: http://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/magazines/A_DESCOBERTA_DA_VACINA_uma_historia_de_sucesso_no_combate_a_grandes_epidemias.pdf. Acesso em: 17 dez. 2020.
- WONG, C. H.; SIAH, K. W.; LO, A. W.; Estimation of clinical trial success rates and related parameters. **Biostatistics**, Oxford, abr. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29394327/>. Acesso em: 16 dez. 2020.



HÁBITOS ERGONÔMICOS EM PROFISSIONAIS DA SAÚDE

Um despertar para saúde
física e mental

Alyce Maria Almeida Paes de Lira

David Albert Dodoo

José Paulo da Silva Júnior

Pedro Veiga da Costa

Marcilio de Oliveira Santos

Jordany Gomes da Silva

INTRODUÇÃO

A Norma Regulamentadora nº 17 tem como foco a análise e orientação de ações ergonômicas. Foi inicialmente redigida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e regulamentada pela Portaria Nº 3.214, de 08 de Junho de 1978, que aprova as normas regulamentadoras do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho.

A norma tem como objetivo definir parâmetros mínimos para condições psicofisiológicas dos trabalhadores, com intuito de proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Grande quantidade das doenças ocupacionais são desenvolvidas a partir da exposição ao risco ergonômico, como: jornadas prolongadas; Lesões por Esforços Repetitivos (LER); levantamentos de cargas e monotonia. O desconforto do profissional em sua prática acarreta redução de produtividade. Assim, o objetivo deste capítulo é fazer um levantamento dos principais aspectos relacionados à Ergonomia, esclarecendo ao leitor a importância desta área, para uma boa qualidade de saúde física e mental dos pacientes, sobretudo daqueles da área da saúde.

O Surgimento da Ergonomia

A palavra Ergonomia tem origem na junção de duas expressões gregas: *ergon*, que significa trabalho e *nomos*, leis e normas. Logo, podemos entender a Ergonomia como a disciplina científica que se dedica em estabelecer parâmetros visando melhorar o conforto, eficiência e segurança do indivíduo durante a realização de suas atividades (laborais ou não). O termo foi utilizado pela primeira vez em 1857 pelo biólogo polonês Wojciech Jastrzebowski, em seu artigo “Ensaio de Ergonomia ou ciência do trabalho baseada nas leis objetivas da ciência da natureza”, porém somente em 1949, com a criação do *Ergonomics Research Society* (Sociedade de Pesquisas Ergonômicas), na Inglaterra, o tema passou a ser propriamente estudado e se deu início à implementação dos primeiros hábitos e diretrizes voltadas a proteger o trabalhador.

Na Europa no final do século XVIII, as condições de trabalho eram extremamente insalubres, pois as indústrias da época exclusivamente interessadas no aumento da produção, não apresentaram qualquer preocupação com a saúde e segurança dos seus trabalhadores. Assim sendo, o surgimento da relação direta entre bem-estar do trabalhador e aumento da produtividade provocou inúmeros conflitos no contexto socioeconômico e fez com que novos métodos de otimização da produção fossem criados, dentre eles, destaca-se o Taylorismo. Esse método, criado por Frederick Taylor, era caracterizado em síntese, pela divisão do trabalho em etapas simples e rápidas, reduzindo riscos decorrentes do despreparo humano.

Desde então, a Ergonomia passou por diversas mudanças para melhor adaptação aos novos cenários da sociedade, como o crescente aumento do uso de celulares e computadores (para trabalho ou lazer), o prolongamento das jornadas de trabalho e recente tele-trabalho. Esses fatores, acrescidos de outros também abordados neste capítulo, vem fazendo com que, cada vez mais, a população sofra com problemas de saúde física, como lesões, e saúde mental, como quadros de depressão. Os números crescentes de trabalhadores afetados por esses problemas tornou-se evidentes quando se observa especificamente o desenvolvimento de transtornos psíquicos tratados em vastos estudos científicos, considerando que há 30 anos, era extremamente raro que um indivíduo se afastasse do seu trabalho em virtude de distúrbios mentais ou outras questões de ordem emocional, contrastando com os dias atuais, apesar de ainda subquantificada.

Objetivo da Ergonomia

A Ergonomia estuda a relação entre o homem e os elementos do meio no qual está inserido, objetivando garantir, por meio de boas práticas, uma condição saudável de trabalho, para um maior equilíbrio entre a saúde física e mental. Pode-se entender analogicamente como uma espécie de investimento na qualidade de trabalho, pois, garantida a devida atenção aos critérios ergonômicos, há maior probabilidade que ocorra de forma mais eficiente e confortável.

Outro fator importante é que, no momento da análise para definição das medidas ergonômicas sugeridas, seja considerado não só o tipo de trabalho realizado, bem como a individualidade de cada trabalho e as particularidades de cada grupo.

Ergonomia no Brasil

No Brasil, o surgimento de estudos voltados à Ergonomia ocorreu de maneira tardia, quando comparado a outros países, como Inglaterra e França. Dessa forma, o seu surgimento não foi marcado pelo início das suas aplicações experimentais no ambiente de trabalho, mas sim por uma ligação das vertentes da Ergonomia a outras áreas do conhecimento, principalmente as engenharias e design.

Um grande marco no desenvolvimento dos estudos sobre Ergonomia no país ocorreu em 1983 com a criação da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), que é dotada de funções, por exemplo: a promoção do desenvolvimento da Ergonomia através da sua inserção na comunidade científica; a criação de eventos, reuniões, cursos e outras atividades voltadas ao compartilhamento de informações sobre esse tema; e o desenvolvimento de ações que visem melhorar as condições de trabalho, saúde, segurança e vida dos trabalhadores e, simultaneamente, o aumento da eficiência do processo de trabalho.

Em 2004, o Brasil foi o primeiro país da América Latina a emitir a certificação de ergonomistas, devido à criação do Sistema de Certificação do Ergonomista Brasileiro (SisCEB), que ocorreu em um congresso da ABERGO. Essa certificação garante ao indivíduo o título de “ergonomista certificado” e é de extrema importância por receber o suporte da *International Ergonomics Association* (IEA) e do MTE.

Diversas dimensões do processo produtivo e pressupostos da Ergonomia

O papel do ergonomista é compreender o ambiente de trabalho e, com base nessa compreensão, propor soluções para os problemas ali encontrados. Para ser eficiente em sua função, é preciso que este profissional conheça e se baseie nos pressupostos da Ergonomia que norteiam os conhecimentos dessa área. São pressupostos a interdisciplinaridade, a análise de situações reais e o envolvimento dos sujeitos.

A interdisciplinaridade diz respeito às diversas interações entre as matérias envolvidas no desenvolvimento do processo ergonômico. A Ergonomia tem como interesse o envolvimento de aspectos físicos e psicológicos, por esse motivo vários estudos são desenvolvidos nas áreas da fisiologia, anatomia, antropometria, medicina do trabalho, sociologia, psicologia e design. Essa perspectiva multidisciplinar é fundamental para uma visão mais completa da relação homem - meio de trabalho.

A análise de situações reais envolve o entendimento do aspecto individual de cada ambiente de trabalho, para isso o ergonomista deve estar atento às particularidades daqueles trabalhadores e ao meio no qual eles operam. Para se entender melhor esse pressuposto, podemos imaginar dois laboratórios diferentes, que, mesmo que estejam envolvidos em estudos similares, ainda serão extremamente distintos no que diz respeito às relações estabelecidas entre o indivíduo e o meio. Essas variações, ligadas às características singulares de cada ambiente, impossibilitam que uma análise geral de certo tipo de trabalho seja eficiente para garantir a manutenção da Ergonomia no local, logo, cabe ao profissional observar cada meio atentamente, a fim de identificar e propor soluções para os problemas ali encontrados.

O envolvimento dos sujeitos é um aspecto crucial para que o processo ergonômico alcance sua amplitude e eficácia, pois a experiência adquirida pelos indivíduos faz com que eles sejam conhecedores do seu próprio ambiente de trabalho e das particularidades nele existentes. Então, é extremamente benéfico à Ergonomia que as críticas, comentários e sugestões dos trabalhadores sejam validadas e levadas em consideração, pois a junção dos conhecimentos e habilidades, deste profissional, com as informações relativas àquele local tornarão o processo ergonômico mais abrangente e eficiente.

Bons hábitos ergonômicos no ambiente de trabalho

Os estudos na relação entre os hábitos ergonômicos e a realização do trabalho tiveram início já na década de 50 com o psiquiatra francês Louis Le Guillant, que apontou para a importância dos atributos cognitivos na execução de tarefas. Nos anos seguintes, houve um desenvolvimento nesses estudos e foi comprovada a relação entre o bom desempenho laboral e a Ergonomia. Esse fenômeno, na época, foi batizado de “síndrome das telefonistas”, pois estas eram um grupo de trabalhadores que se queixavam constantemente de dores nas costas e cabeça, mudanças de humor, dificuldades para dormir e outras complicações que as acometiam dentro e fora do ambiente de trabalho. Porém, mesmo que tenha sido observado primeiramente em telefonistas, esses problemas não se limitam a um determinado grupo de trabalhadores, podendo afligir pessoas de diversas funções e se manifestar de múltiplas formas; logo, é fundamental o estudo e aplicação dos critérios ergonômicos.

Nesse capítulo será dado um enfoque na perspectiva da Ergonomia para o profissional da saúde, pois, mesmo sendo essencial para qualquer meio operacional, a realização correta das boas práticas ergonômicas pode ser ainda mais enfatizada quando observamos a natureza do ambiente de trabalho desses profissionais. Esses indivíduos compõem um grupo que muitas vezes trabalha por cargas horárias exaustivas sem o devido descanso e, por isso, se tornam extremamente propensos a desenvolver problemas físicos e mentais.

No caso de um cirurgião, por exemplo, que passa horas do seu dia realizando algum procedimento na mesa de cirurgia, é de extrema importância que ele esteja atento aos seus movimentos e postura para minimizar os riscos de ocorrência de alguma perturbação no seu corpo ou mente. Dessa forma, é indispensável que esse profissional busque trabalhar num ambiente livre de qualquer aspecto que possa vir a lhe causar problemas de ordem física ou mental, como estresse, exaustão, ansiedade ou lesões.

Porém, mesmo se trabalhando num ambiente confortável e adequado aos critérios ergonômicos, é preciso que o trabalhador esteja atento à necessidade de um descanso. Essa pausa, cuja duração e frequência podem variar de acordo com o tipo de trabalho, visa manter o bem-estar do indivíduo através da promoção e perpetuação de um estilo de vida equilibrado, que resultará numa melhoria na realização das suas atividades, tanto no aspecto de segurança quanto de eficiência.

TIPOS DE ERGONOMIA

A Ergonomia em um ambiente de trabalho foca em promover um espaço que garanta não apenas saúde e segurança física ao trabalhador, mas também em incluir aspectos psicossociais e cognitivos a estratégias que igualmente priorizam o bem-estar do indivíduo. Ao manter o funcionário como componente central de um local de trabalho, desenvolvem-se medidas que contemplam a antropometria física, psicologia, fisiologia, entre outros, para adequar qualquer ambiente ou tecnologia às necessidades do profissional. Essa visão holística do trabalho permite a construção de uma situação trabalhista que não ultrapasse os limites humanos, fornecendo condições adaptadas para o maior conforto do trabalhador.

Para melhor compreender a Ergonomia, ela foi separada em três categorias diferentes. A IEA estabeleceu a seguinte divisão: Ergonomia Física, Ergonomia Cognitiva e Ergonomia Organizacional. A seguir, analisaremos as suas peculiaridades, utilidades e aplicações práticas na saúde.

Ergonomia Física

Entende-se que a Ergonomia física relaciona aspectos anatômicos humanos, fisiológicos, biomecânicos e antropométricos com a atividade física. Ela busca entender como as atividades que demandam engajamento corporal podem afetar o trabalhador e, assim, condicionar o ambiente aos limites e capacidades do corpo. Essa modalidade da Ergonomia trata diretamente com problemas associados à postura, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo esqueléticos, projeto de posto, segurança e saúde no trabalho.

O corpo é composto por um conjunto músculo esquelético que permite ao ser humano a realização de movimentos. O sistema esquelético contribui para as caracterizações antropométricas como as dimensões dos membros, estatura, alcances máximos e mínimos. A antropometria é essencial à Ergonomia, pois ela determina os parâmetros aos quais o posto de trabalho e os equipamentos devem ser adequados, garantindo que estejam de acordo com as dimensões do trabalhador. A incompatibilidade antropométrica pode ser o principal fator no desenvolvimento de doenças, como Lesões por Esforços Repetitivos e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT).

As LER/DORT são classificadas como um grupo de doenças causadas pelo uso excessivo e inadequado de algumas articulações, em especial, atividades que envolvem o uso das mãos, dos punhos, cotovelos, ombros, joelhos e coluna cervical. Alguns desses distúrbios são: tendinites, atrofia, inflamações, lesões, edemas, entre outros em diversos locais do corpo. Muitas dessas patologias são crônicas, pois se desenvolvem a partir de movimentos repetitivos danosos às articulações. Elas incluem uma diversidade de condições inflamatórias e degenerativas que afetam músculos, tendões, sinóvias, nervos e vasos dos membros superiores e inferiores. As principais regiões afetadas em profissionais de saúde são as regiões da escápula, da lombar e do pescoço, devido às exigências das tarefas realizadas por eles.

Em conjunto com o sistema esquelético, há o sistema muscular que tem a capacidade de contrair ou relaxar, usando a energia disponibilizada no corpo através do metabolismo. Ele dá ao ser humano a habilidade de exercer trabalhos físicos e, assim, a realidade do trabalho deve ser condicionada aos limites humanos dessas atividades. Isso requer entendimento da fisiologia do trabalho para assegurar a saúde do trabalhador ao exercer sua função.

A inadequação fisiológica resulta no agravamento dos problemas da inadequação antropométrica. É necessário também correlacionar a antropometria e a fisiologia com o ambiente na qual ocupa o indivíduo. A iluminação, barulho, odores, temperatura: todos precisam ser analisados para estabelecer o conforto da pessoa.

A Ergonomia física é muito útil para melhorar a qualidade de vida do profissional, principalmente, ao contribuir para a solução de problemas antropométricos e posturais em postos de trabalho. Na área da saúde, um dos problemas mais comuns é a repetitividade das atividades.

Os profissionais de enfermagem geralmente exercem mais ações de cuidado direto com seus pacientes, muitas vezes precisando realizar a manipulação desses pacientes: um movimento que pode intensificar o quadro de distúrbios osteomusculares como as lombalgias. Com isso, a Ergonomia física contempla esses desafios enfrentados pelos enfermeiros e estabelece soluções, como a instalação de dispositivos de transferência que facilitam a movimentação de pessoas sem sobrecarregar o profissional, reduzindo, dessa forma, o esforço constante exercido.

Ergonomia Cognitiva

A Ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, além de estudar seus efeitos nas interações entre pessoas num local de trabalho. Os tópicos mais destacados dessa área são o estudo da carga mental de trabalho, a tomada de decisão, o desempenho especializado, a interação homem-computador e o treinamento, quando se relacionam projetos envolvendo seres humanos e sistemas. O ergonomista precisa ter um olhar ampliado para melhor compreender como criar um espaço aprimorado para a produtividade. Sendo assim, é necessário adicionar a análise psíquica em seu diagnóstico de um ambiente de trabalho. Em qualquer atividade profissional, um indivíduo processa inúmeras informações por dia e, dependendo da quantidade, elas podem contribuir para o estresse e a fadiga.

A cognição é uma área bem abstrata, no entanto, a divisão da Ergonomia cognitiva se faz em duas partes: a coletiva e o individual, divisão que busca concretizar esse domínio. A coletiva analisa situações nas quais há diferentes tipos de pessoas trabalhando em conjunto para atingirem suas metas e objetivos. Com a junção de um grupo diversificado, ou seja, cada indivíduo com competências distintas, o alvo é a interseção entre competências, permitindo a produção colaborativa através do compartilhamento de informações, antecipação de conflitos e tomada de decisões em prol de uma comunicação eficaz. A cognição individual visa entender como um indivíduo processa as informações à sua volta, selecionando aquelas pertinentes para realizar o seu trabalho. Isso diminui a análise desnecessária de conteúdos incompatíveis com aquela ação, maximizando a sua produtividade.

Exemplificando a Ergonomia cognitiva em atividades dos cirurgiões-dentistas, pois o exercício da odontologia é uma atividade estressante e de alta precisão, assim necessita de métodos que combatam esse problema. Muitos dentistas trabalham em mais de um local, e isso está aliado ao cansaço físico e mental, ao estresse, aos relacionamentos dentista-paciente frágeis, à sobrecarga física e organizacional, provenientes das suas jornadas de trabalho, tudo acarretando no agravamento da saúde mental do profissional. Esses fatores podem contribuir para a perda de atenção no atendimento, aumentando, conseqüentemente, os casos de acidentes ocupacionais.

Um modo de evitar essas situações é a redução de fatores estressores que possam influenciar negativamente o trabalho do dentista. Períodos de descanso frequentes são recomendados para minimizar

a exposição a quadros de exaustão e dar ao profissional a oportunidade de recuperar-se. Após a retomada das atividades, o indivíduo estará mais apto a exercer a sua função, logo, aumentando a sua produtividade.

Ergonomia Organizacional

A Ergonomia organizacional trata da otimização dos sistemas socio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, regras e processos. Os tópicos mais abordados incluem comunicações, gerenciamento de recursos dos coletivos de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional e gestão da qualidade. Comumente chamada de macroErgonomia, esse método engloba todos os aspectos de uma instituição, buscando o funcionamento harmônico de cada componente da entidade.

Ela distingue e associa as condições de trabalho, a sua organização e produção e a população de trabalhadores, analisando as situações favoráveis e desfavoráveis tanto para a saúde do trabalhador quanto para a sua produtividade. Eis o papel do ergonomista: compreender como os funcionários enfrentam as vulnerabilidades expostas a eles, além de mensurar o impacto que possam ter para formular uma solução que permite uma efetiva modelagem organizacional.

Na elaboração de um projeto de Ergonomia organizacional pode-se utilizar uma abordagem descendente (*top-down*) ou ascendente (*bottom-up*). A abordagem *top-down* é definida pela compatibilidade da estrutura e processos gerais do sistema sociotécnico da organização com as subunidades e componentes do sistema de trabalho. Enquanto isso, a *bottom-up* trabalha inicialmente com os componentes e gradativamente constrói as estruturas e processos do sistema geral de trabalho. Em macroErgonomia, a abordagem mais aplicada é a descendente. Assim, todas as orientações do funcionamento das atividades realizadas na organização partem da gerência. Isso requer uma participação ativa dos gestores e um conhecimento abrangente dos procedimentos realizados nos diferentes departamentos da sua instituição.

Dentro da odontologia, é possível aplicar conceitos da Ergonomia organizacional a aspectos da organização temporal do trabalho. As longas jornadas de trabalho, monotonia das tarefas e o volume de trabalho têm uma relação com os distúrbios musculoesqueléticos

ao agravar o quadro de estresse físico e mental em uma área da saúde que requer muita concentração e ações motoras. Essas situações contribuem para a deterioração da qualidade de vida desse profissional, logo, medidas preventivas são necessárias. A redução da quantidade de horas trabalhadas irá reduzir o tempo em que o dentista permanece exercendo a sua função, assim minimizando a sua exposição à monotonia do trabalho e a uma quantidade alta de pacientes a serem atendidos. Somado a isso, com a realização de atividades, como a ginástica laboral, será possível através de exercícios de alongamento, por exemplo, compensar os esforços mio-articulares gerados durante os atendimentos clínicos.

Consciente dessas informações, antes da aplicação dos conceitos físicos, cognitivos e organizacionais da Ergonomia a um local, é necessário que um ergonomista elabore uma Análise Ergonômica do Trabalho. Essa análise baseia-se na identificação e avaliação dos riscos apresentados no ambiente que possam causar danos ao ser humano. Com isso, a Norma Regulamentadora 17, instituída pelo então MTE, foi formulada para minimizar quaisquer transtornos que possam acontecer e para fiscalizar as condições do espaço de trabalho.

Uma lei feita para normalizar a incorporação da Ergonomia no trabalho exige a realização de uma análise que engloba aspectos psicofisiológicos do funcionário, junto com ações que estabeleçam conforto, segurança e desempenho eficiente. Após a realização desse processo, o ergonomista será capaz de diagnosticar as regiões de risco e, assim, determinar as medidas cabíveis àquela situação.

HÁBITOS ERGONÔMICOS E A SAÚDE MENTAL E FÍSICA

Influência da Ergonomia na saúde física

O ambiente de trabalho muitas vezes é escolhido no início da vida adulta e é frequentado, geralmente, até a aposentadoria. Um período longo que pode render problemas pelo resto da vida, caso seja vivenciado de forma incorreta, principalmente no que se refere a hábitos ergonômicos.

Cada ser humano tem suas particularidades e possui características físicas que o limita ou potencializa para realizar determinadas atividades. Para evitar danos ao indivíduo, a Ergonomia deve ser analisada individualmente, tamanhos, ângulos, pesos, isto é, cada um

tem um limite que não deve ser ultrapassado para que se tenha conforto e segurança.

A Ergonomia tem como um de seus objetivos proporcionar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, criando, dessa maneira, um ambiente de trabalho que satisfaça os anseios e expectativas tanto do empregador quanto do empregado. Portanto, os trabalhos em condições inadequadas e esforços físicos exagerados e/ou repetitivos devem ser evitados, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

A importância do sono

Um bom sono é de suma importância para saúde, além disso não há como ter um bom desempenho profissional com noites mal dormidas. A falta de sono pode causar distúrbios, como problemas de memória, e complicações, como a redução do tecido cerebral, que afetam diretamente a capacidade cognitiva e, assim, influenciam negativamente a realização das atividades por mais simples que sejam.

O indivíduo quando submetido a longos períodos de falta de sono pode desenvolver diversos problemas, entre eles: falta de vigor físico, envelhecimento acelerado, diminuição do tônus muscular, aumento das chances de desenvolver obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e gastrointestinais, perda crônica da memória e ainda comprometimento do sistema imunológico. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 40% da população mundial sofre de algum distúrbio do sono.

Dores e suas implicações no indivíduo

A OMS diz que 80% dos adultos irão sofrer pelo menos uma crise aguda de dor nas costas durante a vida, porém 90% destas poderão ser acometidas mais de uma vez. As dores provocam problemas secundários, dentre eles está a falta de concentração, que pode gerar consequências como acidentes. Além disso, a presença da dor pode prejudicar a qualidade do sono causando os problemas supracitados.

Postura

A NR-17, estabelece itens a serem seguidos visando melhores condições ergonômicas, ver a seguir:

- a. ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento; (117.007-4/I2)
- b. ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador; (117.008-2 / I2)
- c. ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais. (117.009-0 / I2)

Manter as costas eretas, quando sentado(a), posicionar as pernas em 90 graus e manter cabeça e pescoço alinhados, são hábitos que com o tempo trarão benefícios à saúde, ajudando a evitar o desalinhamento da coluna, lesões nas articulações e dores no pescoço.

A postura é sempre lembrada ao se falar em Ergonomia, justamente por ser uma das principais causadoras de dores no corpo. A depender do tempo que se passa ou da intensidade dos movimentos com postura incorreta, um mal posicionamento pode causar desde incômodos momentâneos a quadros irreversíveis.

Abrahão *et al.* (2009) definem a relação entre as articulações e a postura:

As articulações permitem o posicionamento dos segmentos do corpo em vários ângulos, mas sempre há aqueles mais confortáveis, pois não dificultam a circulação sanguínea e não provocam estiramentos das estruturas músculo-tendinosas, a exemplo daquelas que possibilitam a contração e relaxamento das fibras musculares em uma sequência rítmica. A compreensão da disposição dos segmentos corporais no espaço ajuda a explicar alguns problemas de saúde ligados ao trabalho (Abrahão *et al.*, 2009).

Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) e Lesões por Esforços Repetitivos (LER)

Essas complicações podem ser adquiridas devido a trabalhos em longas jornadas sem períodos de descanso, ferramentas inapropriadas,

posturas inadequadas e até mesmo condições do local de trabalho, como barulho, umidade, iluminação e angulações.

Segundo a Sociedade Brasileira de Reumatologia, os principais distúrbios osteomusculares ocupacionais são as tendinites (lesões de tendões), as lombalgias (dores na região lombar) e as mialgias (dores musculares).

Para prevenir esses distúrbios, é preciso um bom ambiente de trabalho que respeite os limites de cada indivíduo com a duração das jornadas de trabalho justas e, de preferência, com intervalos periódicos. O sono e o condicionamento físico também são fatores que interferem no surgimento desses problemas.

Ginástica laboral e suas contribuições

A ginástica laboral tem como função a prevenção de DORT e LER, adquiridas por má postura, por más condições de trabalho ou mesmo por falta de preparo físico e esforços repetitivos.

Polito e Bergamaschi (2002, p. 29) assim definem a ginástica laboral:

Utilizando os três aspectos (físico, psicológico e social), a Ginástica Laboral constitui-se de séries de exercícios diários realizados no local de trabalho, durante a jornada, que visam atuar na prevenção das lesões ocasionadas pelo trabalho, normalizar as funções corporais e proporcionar aos funcionários um momento de descontração e sociabilização, durante a jornada (Polito; Bergamaschi, 2002, p. 29).

ERGONOMIA COMO ALTERNATIVA PARA SAÚDE MENTAL

Sob a premissa da busca constante pela promoção da qualidade de vida, bem-estar e conforto dos pacientes, as profissões de saúde exigem muito do físico e da mente de quem as exerce. Submetidos em sua rotina ao envolvimento emocional e a riscos ocupacionais, esses profissionais devem lidar com diversas situações danosas ao seu próprio bem-estar, como cobranças intensas; a exposição diária ao risco de contaminações; jornadas de trabalho extenuantes; o contato frequente com pacientes em sofrimento; e o sentimento de impotência diante da morte, dentre outros estressores.

Tais fatores relacionados às condições laborais, quando tornados constantes e intensos, têm consigo o potencial de desencadear doenças ocupacionais de ordem psicológica. Nesse contexto, a exposição frequente a fatores de estresse no âmbito ocupacional provoca o adoecimento psicossocial.

A respeito disso, Lima *et al.* (2020), em sua pesquisa com profissionais do atendimento primário de saúde, constataram a relação direta entre a insatisfação com o ofício, a privação de qualidade de vida no trabalho e a probabilidade do desencadeamento de tais mazelas. Diante dessa realidade, é de extrema importância que o bem-estar psíquico de indivíduos atuantes na área da saúde seja priorizado. Afinal, o adoecimento psicológico desses profissionais pode implicar não apenas no comprometimento da qualidade de vida, mas também sobre o desempenho do trabalho exercido. Assim sendo, no intuito de que a promoção da saúde seja ampla, completa e eficaz, é necessário que seus agentes também possuam condições adequadas e pleno bem-estar psíquico.

Doenças ocupacionais de caráter psicológico

Uma vez que a convivência com pacientes em sofrimento é inevitável, profissionais de saúde, detentores de um forte senso de responsabilidade, são constantemente expostos ao risco de envolvimento emocional. Além disso, a iminência da morte e a inadmissibilidade dos erros também são alguns dos aspectos que reforçam cobranças e, conseqüentemente, promovem o desgaste mental desses indivíduos. Em função dessa realidade, a contínua exposição a situações ofensivas ao bem-estar psíquico pode desencadear o adoecimento, manifestado de diversos modos, como estresse, traumas, depressão ou Síndrome de *Burnout* (SB).

Dentre as patologias ocupacionais mais recorrentes, esta síndrome também chamada de Síndrome do Esgotamento Profissional, inicialmente descrita por Freudenberger em 1974, merece destaque. A patologia é evidenciada entre trabalhadores de diversas áreas de atuação, submetidos a contínuos estressores mentais. Entre os grupos mais afetados, os profissionais da segurança pública, da educação e sobretudo da saúde sofrem com maior incidência.

Para os profissionais de saúde, o contato intenso com questões emocionais e a exposição frequente a longas jornadas de trabalho,

para além de fatores organizacionais, como a falta de autonomia do profissional e o excesso de burocracias, são potentes gatilhos para que a síndrome seja desencadeada.

Além dos aspectos relacionados ao trabalho, compreende-se que a predisposição à ocorrência de *Burnout* é também associada a algumas características próprias do indivíduo. A respeito disso, é comum que pessoas mais competitivas, perfeccionistas, exigentes, inseguras, pessimistas, e que desenvolvam vínculos emocionais mais facilmente sejam acometidas pela SB com maior facilidade. Afinal, somadas à exposição constante do profissional a estressores mentais no contexto ocupacional, essas características individuais também podem atuar como potencializadoras do adoecimento.

O termo "*burnout*" deriva do verbo "*to burn out*", da língua inglesa, que em tradução direta livre significa queimar-se, consumir-se. A terminologia refere-se ao esgotamento mental absoluto manifestado por indivíduos afetados pelo fenômeno devido a extensos períodos de estresse intenso no trabalho, resultando no paulatino desgaste psíquico e emocional.

Os sujeitos acometidos por esta síndrome manifestam fadiga excessiva; queda de autoestima; sentimentos de descrença e desesperança; insatisfação com o trabalho; e outras manifestações de cansaço mental, como impaciência e irritabilidade. Além disso, os sintomas e comprometimentos deixados pela SB são progressivos, e, devido a isso, o desenvolvimento de distúrbios do sono, a redução da imunidade e o aumento da afinidade pelo uso de substâncias, como álcool e drogas, também são observados em circunstâncias agravadas.

Não obstante, a patologia também provoca alterações comportamentais que podem afetar diretamente o desempenho das funções profissionais, como a dificuldade de concentração, a busca por isolamento social, o sentimento de desmotivação e o estabelecimento da despersonalização. Nesse último caso, o profissional acometido possui a tendência a, paulatinamente, distanciar-se de seus colegas, chefes e pacientes, passando a tratá-los como se desprovidos de qualquer aspecto humano, tornando-se hostil e alheio às vivências de terceiros. Desse modo, são estabelecidos obstáculos tanto para a execução adequada do trabalho em uma equipe multidisciplinar quanto para o desempenho do cuidado com os pacientes.

No atendimento a pacientes em estado crítico e a profissionais da saúde mental, o desafio proposto pelo envolvimento emocional é ainda mais evidente. Nesse contexto, é preocupante o fenômeno da traumatização vicária, no qual a profunda identificação empática

entre o profissional e seu paciente pode acarretar o desenvolvimento de sintomas psicológicos relativos ao sofrimento de terceiros. Acredita-se que em condições extremas, como em guerras e pandemias, o surgimento de traumas devido às condições adversas é ainda mais intenso. Nesse tipo de cenário, a exposição mais acentuada a riscos físicos, químicos e biológicos, o distanciamento de familiares e amigos, a exposição a ambientes insalubres, o medo do futuro incerto, a sobrecarga de trabalho e a convivência próxima com a morte são alguns fatores agravantes para a traumatização de profissionais que necessitam, diariamente, lutar pela saúde da população.

Ademais, o surgimento de sintomas ansiosos e a manifestação clínica da depressão também estão relacionados de modo frequente à realidade dos profissionais de saúde. No que diz respeito à depressão, a enfermidade proporciona, como seus sintomas centrais, a manifestação de tristeza aparentemente injustificada, desânimo, apatia, exaustão e baixa produtividade, podendo escalar para a sensação de profundo vazio, falta de propósito e, em casos mais extremos, o surgimento de pensamentos suicidas.

O desencadeamento do quadro clínico depressivo pode ser motivado por situações diversas na vida do sujeito. Apesar dos sintomas e motivações semelhantes aos referentes a *Burnout*, é útil ressaltar que, no estado depressivo, diferentemente do que ocorre na síndrome em questão, o desgaste psicológico pode não ser motivado único e diretamente pelo trabalho, mas por diversos fatores agravados pelas vivências no contexto laboral e pelo desequilíbrio na atuação de neurotransmissores.

Todavia, é necessário destacar que, embora a depressão não seja engatilhada unicamente por vivências de trabalho, o adoecimento é de grande relevância no contexto ocupacional. Afinal, a patologia pode ter seus sintomas refletidos sobre o desempenho de funções básicas relacionadas ao ofício e implicar na incapacidade e afastamento do profissional. Além do mais, também é necessário ressaltar que episódios depressivos podem surgir como parte da sintomatologia de outras enfermidades e, portanto, o acompanhamento psicológico por profissionais é indispensável, no intuito de que o diagnóstico ocorra de modo adequado.

Medidas de promoção da saúde mental

Diante das questões previamente discutidas, é necessário que a importância do enfoque prioritário acerca da saúde mental dos

profissionais de saúde seja praticada, haja vista os prejuízos do adoecimento emocional e psicológico, tanto para o bem-estar pleno dos indivíduos quanto para o desempenho de suas funções laborais.

A partir dessa perspectiva, é importante que a promoção da qualidade de vida no trabalho torne-se uma demanda inadiável nas instituições de saúde. É necessário que os estressores mentais atrelados ao desempenho das funções laborais sejam percebidos, reavaliados e atenuados, no intuito de que o ambiente de trabalho se torne menos nocivo em todos os aspectos. Outrossim, cabe ao profissional compreender e respeitar seus próprios limites e os de seus colegas e incentivar o diálogo, evitando não só a autocobrança excessiva, mas também a criação de um ambiente tóxico de exigências desnecessárias.

CONDIÇÕES PREJUDICIAIS AO SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO E AS ATIVIDADES OCUPACIONAIS EM PROFISSIONAIS DE SAÚDE

Levantamento de peso excessivo

É de suma importância lembrar que entre as vértebras da coluna vertebral existem discos intervertebrais. Esses discos são compostos de uma massa de consistência gelatinosa e são encarregados de amortecer cargas e pressões ao longo da coluna vertebral.

Para analisar a existência de riscos ocupacionais nessa estrutura, avalia-se a medida da pressão desses discos intervertebrais, modelos biomecânicos que determinam as forças na coluna lombar e medida da pressão intra-abdominal. Atividade na qual se precise de levantamento de pesos acima do indicado, deve-se usar auxílios mecânicos para prevenir danos estruturais.

Levantamento e manuseio de cargas de modo incorreto

Muito comum para o desenvolvimento de lesões é o manuseio incorreto de objetos. Normalmente, acontece quando o profissional levanta cargas com os membros inferiores estendidos e o dorso encurvado, podendo causar uma distensão musculoligamentar, pois os músculos do dorso são considerados como músculos posturais.

É de suma importância que profissionais em suas atividades priorizem uma condição segura no solo, posicionamento correto dos pés, evitando movimentação de torção do eixo vertical do corpo.

Levantamentos repetitivos

Mesmo o profissional fazendo pressões leves sobre o disco intervertebral, a repetição ocasionam a aceleração da degeneração desse disco e, por consequência, há perda das propriedades de amortecimento.

Solicitações extraordinárias

É comum em tarefas laborativas inclinações laterais e rotação da coluna vertebral, que muitas vezes está relacionada ao levantamento de pesos. Modelos biomecânicos demonstram riscos das forças compressoras e altas tensões musculares causadas por inclinações laterais e movimentos de torção.

Manutenção de uma postura por tempo prolongado

Pode-se determinar duas formas de trabalho, o estático e o dinâmico. No trabalho estático, o índice de fadiga é elevado e, quando realizado frequentemente, pode acarretar lesões nas articulações, tendões e ligamentos. É importante mudanças ocasionais de postura durante as atividades laborais, tendo em vista manter os discos em boas condições, facilitando, assim, sua nutrição e mudanças de pressão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos tópicos anteriormente abordados, é perceptível que a necessidade do estabelecimento de bons hábitos ergonômicos por profissionais de saúde deve ser uma demanda prioritária em suas práticas laborais. Nota-se que, devido à constante exposição a fatores de desgaste físico e psíquico e, conseqüentemente, ao aumento do risco de desenvolvimento de patologias ocupacionais em suas atividades cotidianas, é importante que a busca pela garantia de boas condições de trabalho seja objeto de investimento. Sob essa ótica, o engajamento coletivo entre instituições de saúde e profissionais da área, na promoção da qualidade de vida no trabalho, precisa ser priorizado.

No despertar para os cuidados com o bem-estar físico, cabe ao profissional de saúde a tomada de algumas medidas, tais como o

aumento do cuidado com práticas repetitivas e de forte impacto e o reforço na atenção com a postura de trabalho. Nesse contexto, a prática da ginástica laboral é de grande importância na prevenção contra distúrbios osteomusculares e outras doenças ocupacionais. Ademais, a adoção de um estilo de vida mais saudável, com foco especial na regulação do sono, alimentação adequada e práticas esportivas também é uma iniciativa valiosa, objetivando a melhoria da qualidade de vida dentro e fora do contexto de trabalho.

No que diz respeito à saúde psíquica, é importante que o profissional de saúde esteja disposto a contribuir com o estabelecimento de uma convivência saudável no ambiente de trabalho. É necessário, portanto, que a compreensão acerca das limitações, o respeito e o diálogo tornem-se valores fundamentais para o convívio pacífico. É importante também que a socialização saudável entre o sujeito, seus colegas de ofício, chefes e pacientes seja incentivada, no intuito de que a possibilidade de despersonalização seja reduzida e a atmosfera laboral torne-se mais leve. Outrossim, a consciência a respeito da necessidade de busca por auxílio psicológico em casos de sobrecarga emocional e adoecimento psíquico deve ser ampliada, haja vista a complexidade das patologias ocupacionais nesse âmbito da saúde.

Portanto, a partir do despertar para os cuidados com a Ergonomia no trabalho, os danos à saúde física e psíquica do profissional de saúde podem ser atenuados, implicando em melhoria no bem-estar e na qualidade de vida de modo geral. Desse modo, com a construção de um ambiente saudável e de uma equipe saudável em todos os aspectos, a premissa básica do zelo com a saúde poderá ser praticada de modo amplo e absoluto para que, por fim, os cuidados com os pacientes sejam desempenhados com coerência e qualidade.

REFERÊNCIAS

- ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. **O que é Ergonomia?** Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_Ergonomia. Acesso em: 22 dez. 2020.
- ABRAHÃO, J. *et al.* **Introdução à Ergonomia:** da prática à teoria. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

- ALVES, M. E. **Síndrome de burnout**. Fundação Universitária Mário Martins (Porto Alegre), v. 22, n. 9, 2017.
- CARDOSO, J. C. **Metodologia para aplicação de uma análise ergonômica do trabalho (AET) em organizações**. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, Santa Catarina, 2017.
- COIMBRA, I. V. *et al.* **A importância da Ergonomia para a saúde dos colaboradores**. I Seminário Científico da FACIG. Manhuaçu, Minas Gerais, 2015.
- DUARTE, M. L. C.; SILVA, D. G.; BAGATINI, M. M. C. Enfermagem e saúde mental: uma reflexão em meio à pandemia de coronavírus. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 42, n. SPE, 2020.
- EIZIRIK, M. *et al.* Contratransferência e trauma psíquico. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 28, n. 3, p. 314-320, 2006.
- FERRARI, D. A.; CAMAROTTO, J. A.; SANTOS, J. E. G. D. A atividade laboral do cirurgião dentista sob o contexto multidisciplinar da Ergonomia: uma revisão sobre os domínios a serem considerados em ambiente odontológico. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 159-178, 2016.
- FERREIRA, A. S.; MERINO, E. A. D.; FIGUEIREDO, L. F. G. D. Métodos utilizados na Ergonomia organizacional: revisão de literatura. **Human Factors in Design**, v. 6, n. 12, p. 58-78, 2017.
- GUIA TRABALHISTA. **NR 17 - Ergonomia** Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- IEA. International Ergonomics Association. **Definition, domains of specialization, systemic approach**. Disponível em: <https://iea.cc/definition-and-domains-of-ergonomics/>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- JARDIM, S. Depressão e trabalho: ruptura de laço social. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 36, n. 123, p. 84-92, 2011.
- KOVALESKI, D. F.; BRESSAN, A. A síndrome de Burnout em profissionais de saúde. **Saúde & Transformação Social/Health & Social Change**, v. 3, n. 2, p. 107-113, 2012.

- LIMA, G. K. M.; GOMES, L. M. X.; BARBOSA, T. L. A. Qualidade de vida no trabalho e nível de estresse dos profissionais da atenção primária. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 774-789, 2020.
- SANTOS, A. F. O.; CARDOSO, C. L. Profissionais de saúde mental: manifestação de stress e burnout. **Estudos de Psicologia** (Campinas), v. 27, n. 1, p. 67-74, 2010.
- SILVA, J. C. P., PASCHOARELLI, L. C., orgs. **A evolução histórica da Ergonomia no mundo e seus pioneiros** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 103 p.
- SILVA, R. F. *et al.* Presença de distúrbios osteomusculares em enfermeiros de unidades de pronto atendimento. **Revista de Enfermagem e Atenção à Saúde**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 2-11, jul./dez. 2017.
- SILVA, S. M. D. *et al.* Distúrbios osteomusculares e ações para reduzir a ocorrência em trabalhadores de enfermagem. **Revista Enfermagem UERJ**, v. 28, 2020.
- SOUZA, W. C.; SILVA, A. M. M. A influência de fatores de personalidade e de organização do trabalho no burnout em profissionais de saúde. **Estudos de Psicologia** (Campinas), v. 19, n. 1, p. 37-48, 2002.
- VIDAL, M. C. **Introdução à Ergonomia**. Rio de Janeiro: Universidade Tecnológica Federal do Rio de Janeiro, 2001.



ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGMs)

Solução ou perigo para humanidade?

Arísia Grazielle Galdino dos Santos
Rayssa Berenguer de Araújo Cunha
Maria Luísa Nunes Siqueira
Kildson Costa Gaudencio
Jorge Luiz Araújo-Filho

INTRODUÇÃO

Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) são aqueles que sofreram mudanças em suas características através da codificação de um ou mais genes. Essas mudanças genéticas ocorrem devido a alterações realizadas no genoma por meio de ferramentas moleculares e têm como objetivo o aparecimento de características específicas. Assim, este capítulo aborda os aspectos que permeiam o uso dos OGMs, a fim de explicar o papel da Biossegurança na manutenção do bem-estar ambiental e elucidar os protocolos para a produção e utilização deles. Ademais, será discutida a trajetória dos OGMs até os dias atuais, assim como os critérios legais que envolvem a utilização desses organismos e seus potenciais riscos e benefícios.

HISTÓRICO DAS PESQUISAS GENÉTICAS

Antes de iniciarmos a abordagem relacionada aos OGMs, faz-se necessário um breve histórico sobre as pesquisas genéticas desenvolvidas

ao longo do tempo. Assim, o estudo da genética foi iniciado em 1865 pelo então cientista Gregor Mendel, considerado pai da Genética moderna, o qual publicou estudos que, mais tarde, seriam a base para a descoberta do gene pelo Biólogo dinamarquês Wilhelm Johannsen, em 1909. Em 1944, Oswald Avery, MacLeod e McCarty, descobriram a molécula de DNA. Já em 1953, James Watson e Francis Crick anunciaram a descoberta da estrutura helicoidal dupla do Ácido Desoxirribonucleico (DNA). Esse fato ocasionou importante mudança sobre a percepção dessa molécula. No entanto, apenas em 1973, com a revelação do DNA recombinante por Stanley Cohen e Herbert Boyer, teria iniciado a estruturação que permitiria aplicar a engenharia genética. Tal histórico de descobertas ajudou a humanidade a trilhar o caminho que levaria a uma revolução biotecnológica. Esse arcabouço de informações permitiu decifrar e manipular a informação genética aplicando-a, por exemplo, no desenvolvimento de hormônios sintéticos, vacinas, proteínas e, sobretudo, insumos agrícolas para a indústria alimentícia.

Nesse contexto, surgem os OGMs, que são aqueles que sofreram alterações no material genético por meio da introdução de um ou mais genes, a fim de contribuir para a expressão de determinadas características. Havendo a inserção de genes de uma espécie distinta daquela que se está manipulando, esses organismos passam a ser classificados como organismos geneticamente modificados. Logo, todo transgênico é um OGM, mas nem todo OGM configura-se como um transgênico.

Para a obtenção desses organismos, a engenharia genética faz uso de diversos métodos que permitem a edição do material genético através da manipulação dos genes, sendo a tecnologia do DNA recombinante a base que estrutura e possibilita tais mudanças genéticas, já que permite a inserção de um material genético exógeno em determinado organismo. Assim, através do uso de enzimas de restrição, responsáveis por clivar a fita de DNA em pontos específicos, retira-se o fragmento de interesse e, com o uso da enzima DNA ligase, esse fragmento é unido a outra molécula de DNA, que funcionará como vetor para a produção da molécula de DNA recombinante. Esta, por sua vez, é, então, introduzida em um organismo hospedeiro para haver a replicação.

PERSPECTIVA HISTÓRICA DA LEI DE BIOSSEGURANÇA DO BRASIL

A Biossegurança, resumidamente, corresponde a um conjunto de parâmetros que tem como intuito prevenir ou minimizar os riscos

potenciais, visando à saúde do homem, dos animais, das plantas e à preservação do meio ambiente. Assim, é dividida em duas vertentes: a praticada e a legal. A primeira é responsável majoritariamente pelas instituições de saúde e que abrange os riscos por agentes ergonômicos, biológicos, químicos, físicos e psicossociais, presentes nesses ambientes, sendo de fundamental importância no campo da educação de profissionais desta área. Já a segunda, a legal, é encarregada das questões destinadas à manipulação de DNA e pesquisas com células-tronco embrionárias.

No Brasil, a partir de 1995, foram designadas normas de Biossegurança com o intuito de assegurar o desenvolvimento da Biotecnologia com segurança e regular a aplicação da engenharia genética e a liberação de transgênicos no país. Para isso, criou-se a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), atribuindo ao Brasil uma instituição central para conduzir a Biossegurança dos transgênicos.

A Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, implementou um procedimento de controle das atividades relacionadas à engenharia genética e um sistema de avaliação de Biossegurança dos produtos transgênicos. Por mais que em 2005 tenha havido a revogação da Lei 8.974/95 pela Lei nº 11.105/05, de 24 de março de 2005, não foi possível observar mudanças significativas, uma vez que não modificou a estrutura do modelo de gestão, mas sim retificou tópicos que instiga dúvidas e conflitos.

Contudo, mesmo sendo uma atividade monitorada e controlada desde 1995, muitas ações da CTNBio causam polêmicas e controvérsias, uma vez que a engenharia genética está no meio de um impasse gigantesco, e isso gera diversas ações judiciais, além de provocar manifestações favoráveis e contrárias aos produtos oriundos do uso de suas técnicas.

Uma das ações judiciais mais relevantes ocorrida no Brasil foi o caso liberação da soja transgênica *Roundup Ready* (soja RR) resistente ao glifosato, um herbicida, a qual gerou grande revolta a alguns órgãos ambientais, incluindo o Greenpeace. Eles mesmos alegavam que era imprescindível antes do plantio da soja RR uma prévia apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Conquistada a liminar, em 1998, as primeiras cultivares de soja RR tiveram seus registros suspensos por determinação judicial.

Essa liminar estagnou a pesquisa em Biotecnologia no Brasil por cinco anos, além de não ter impedido o uso ilegal da soja RR. Isso gerou uma incerteza generalizada e uma desconfiança no seu uso, pois não se sabia detalhes sobre os transgênicos e existiam muitos

temores relacionados ao seu uso, a exemplos: “a utilização dos OGMs poderia representar alimentos tóxicos ou alergênicos”; “[...] o gene de DNA introduzido por transgenia poderia ser transmitido verticalmente para outro ser podendo causar desequilíbrios ambientais”; “[...] o uso de marcadores genéticos levaria à perda de efetividade de antibióticos usados no tratamento de patógenos”, dentre outros.

Além dos argumentos judiciais infundáveis, o avanço da engenharia genética enfrentou uma forte campanha contra o desenvolvimento e uso comercial dos transgênicos, não só por parte dos movimentos sociais, como também por parte de alguns Estados da Federação. Porém, por mais que o movimento contrário atue e apresente seus argumentos, a CTNBio, com respaldo da Lei de Biossegurança, mantém suas operações e já analisou milhares de vistorias *in loco* realizadas e diversos requisitos para a liberação comercial dos produtos utilizados, posto que o Brasil encontra-se em segundo lugar como país que mais cultiva transgênicos no mundo, segundo relatório do Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em AgroBiotecnologia.

É evidente que, com o sistema de avaliação de Biossegurança para pesquisa, desenvolvimento e uso de OGMs que o Governo Federal outorgou, a população terá respaldo de uma instituição respeitável em analisar, discutir e testar os organismos transgênicos antes de serem postos para uso público, a fim de garantir segurança para esse uso, além de que possibilitaria uma melhor formação de opinião a partir de um senso crítico.

A BIOSSEGURANÇA E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE OGMs

Com a implementação da Lei de Biossegurança – Lei Nº 11.105, de 24 de março de 2005 –, na qual foram estabelecidas normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGMs e seus derivados, o Poder Público não foi capaz de garantir, comitadamente, a eficiência do OGM e o comando institucional de proteção ao meio ambiente. Esta problemática na integração da dimensão ambiental na conduta da questão da Biossegurança ocorre devido às estratégias desenvolvidas pelos grupos de poder de decisão em interditar discussões públicas dos temas que ameaçam os seus interesses.

Tais setores possuem interesse na flexibilização da legislação ambiental e enxergam a questão ambiental como um empecilho para

o crescimento econômico. Assim, fica claro que as estruturas sociais e políticas responsáveis pela gestão da Biossegurança de OGMs no Brasil não se empenham no atendimento aos preceitos constitucionais do Protocolo de Cartagena, estabelecido na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o qual estabeleceu como dever da Biossegurança proteger a saúde humana, animal e o ambiente dos possíveis efeitos adversos dos produtos da Biotecnologia moderna. A CDB foi aprovada pelo Decreto Legislativo 2 de 1994, ratificada em 28 de fevereiro deste mesmo ano, promulgada pelo Decreto N° 2.519, de 16 de março de 1998, e por fim incorporada ao ordenamento jurídico nacional.

Esse protocolo foi implementado na CDB, assinado por 170 países – até 13 de fevereiro de 2017 –, o tratado é um guia para as discussões sobre Biossegurança. No entanto, ao emitir normas sobre Biossegurança de OGMs, a CTNBio escolheu um método avaliativo de risco que não prioriza a identificação dos efeitos negativos destes sobre o meio ambiente, suas possibilidades e consequências, assim como definição de advertências sobre os riscos avaliados. Apresentado na Resolução Normativa n° 05, de 2008, o modelo não guarda relação com os processos cientificamente válidos de avaliação de risco voltados para a identificação e quantificação dos riscos resultantes da liberação de OGMs no meio ambiente. Isso porque o papel da CTNBio é conduzir estudos de Biossegurança, os quais sempre devem ser realizados segundo diretrizes orientadoras cientificamente fundamentadas, para garantir informações suficientemente robustas para tomada de decisão objetiva.

Além disso, o sistema de avaliação de risco deve ser objetivo, caso a caso, baseado na ciência, para determinar os benefícios e riscos de cada aplicação da Biotecnologia. Isso inclui: (i) avaliar os possíveis efeitos sobre a biodiversidade, o ambiente e a segurança alimentar; (ii) pesar os benefícios do produto ou processo contra os seus riscos avaliados e (iii) monitorar os efeitos pós-liberação desses produtos e processos para garantir a sua segurança contínua.

Devido a essa ausência de integralidade legislativa, torna-se difícil avaliar se determinado produto transgênico é viável à sociedade, além de que viabiliza a degradação dos recursos naturais, a partir do manuseio inadequado e exagerado, causando uma sobrecarga ao meio ambiente e posteriormente dificultando seu reequilíbrio. Ao se tomar decisões que abrangem todo aspecto social, econômico e ambiental da sociedade baseados em favoritismo, conclui-se a “fragilidade” da legislação de Biossegurança em OGMs, tornando o país

mais suscetível a danos irreversíveis. Vale ressaltar que apenas uma análise conjunta dos aspectos ambientais e relativos à saúde humana e animal poderá concluir sobre a segurança de um dado OGM.

A BIOÉTICA E OS ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

O debate que envolve os OGMs vai além de questões relacionadas ao desenvolvimento político e socioeconômico, uma vez que abrange a segurança alimentar e a agrobiodiversidade. Assim, tendo em vista o direito à vida previsto pela Constituição Federal de 1988, a bioética se faz presente nesse âmbito, uma vez que seu campo de estudo tem como objetivo fundamentar os princípios da ética e da biologia quando a vida é colocada em risco pela ciência. Nesse sentido, sabendo-se que os efeitos a longo prazo do consumo de transgênicos e de seus impactos na biodiversidade não são conhecidos, muitos estudiosos da bioética partem do “princípio de precaução” para criticar a utilização dos OGMs. Esse princípio relaciona-se à proteção ambiental à integridade da vida e, no contexto das plantas e alimentos transgênicos, aponta a insuficiência dos dados e testes, questionando, também, os resultados obtidos pelas pesquisas até então.

Os debates nessa área têm se expandido bastante no que diz respeito aos OGMs, principalmente por ser um tema que exige, além de pesquisas biotecnológicas, debates e reflexões fundamentadas em ciência, sociedade e ética. Isso porque, no que se refere aos transgênicos, todos os avanços biotecnológicos devem ser estudados e analisados levando-se em consideração suas consequências e os limites a serem estabelecidos, para que nenhum direito humano seja violado. Além disso, é crucial que haja um estudo dos efeitos que um novo organismo pode desencadear na natureza. Nesses aspectos, portanto, a bioética torna-se indispensável, uma vez que existe a necessidade de cientistas e pesquisadores com um bom senso de responsabilidade moral e social.

Como se pode observar, as inovações biotecnológicas têm afetado a vida humana e a natureza de diferentes maneiras, ora auxiliando-as, ora causando controvérsias. Nessa perspectiva, a bioética é crucial nos laboratórios e locais de pesquisas que envolvem os OGMs, pois vem propondo discussões e debates que buscam erradicar o desenvolvimento de tecnologias que sejam nocivas à vida.

AVALIAÇÃO DE RISCOS DOS OGMs

O desenvolvimento de OGMs proporcionou importante avanço, sobretudo, na produtividade da agroindústria, visto que garantiu a viabilidade de variados grãos com características favoráveis ao cultivo. Logo, essa tecnologia ocupa um papel decisivo na manutenção da segurança alimentar mundial por possibilitar, entre outras vantagens, a redução dos custos para o produtor, desencadeando, assim, uma diminuição no preço de alguns alimentos básicos para a população. No entanto, vale pontuar que ainda existem controvérsias quanto ao uso desses organismos em longo prazo, pois a manipulação do DNA implica em alterações substanciais no natural funcionamento desse material genético, sendo algumas delas imprevisíveis. Isso ocorre na medida em que os genes sofrem mudanças na expressividade, podendo ser invertidos, fragmentados, multiplicados, silenciados ou até excluídos.

Quando aplicada a transgenia, ou seja, a combinação de genes de espécies distintas, aumenta-se a probabilidade de ocorrerem configurações não intencionadas. Nesse contexto, todos os fenômenos e eventos indesejáveis resultantes do crescimento e consumo dos OGM podem ser classificados em três grupos de risco: alimentares, ecológicos e agro tecnológicos.

Riscos alimentares

A ingestão de alimentos transgênicos pode ser arriscada, pois há a chance de o transgene produzir nas células proteínas que não faziam parte do projeto inicial do qual foram derivadas. Assim, os genes consumidos podem provocar efeitos indesejados, como alergias, já que a inserção de sequências gênicas de doadores alergênicos predispõe a codificação de alérgenos. Tal problemática foi avaliada nos Estados Unidos, onde reações em pessoas alérgicas impediram a comercialização de uma soja que possuía gene de castanha-do-pará, famoso pelo potencial alergênico. Se considerado o fato de que, atualmente, muitos transgênicos são projetados com o intuito de resistir a agrotóxicos em geral, como herbicidas e inseticidas, é plausível citar, ainda, os riscos de contaminação por substâncias tóxicas a partir do acúmulo de metabólitos provenientes do consumo desses organismos.

Vale ressaltar, também, que existe uma pequena possibilidade de ocorrerem transferências horizontais entre genes de plantas

transgênicas e bactérias endossimbiontes da microbiota intestinal. Tal fato configura-se como um risco na medida em que os OGMs comumente recebem a inserção de genes marcadores, usados apenas para testar a efetividade da alteração genética, mas que conferem resistência a antibióticos. Assim, se por acaso esses genes de resistência forem transferidos às bactérias endossimbiontes, antibióticos amplamente usados pela humanidade, como a Ampicilina, perdem a efetividade no tratamento de doenças.

Riscos ecológicos

Alguns artigos científicos demonstram que o cultivo de transgênicos pode acarretar danos para a biodiversidade, pois a inserção de um novo genótipo no meio ambiente muda a dinâmica de transferência gênica na comunidade. Logo, é possível que haja uma transferência não controlada de caracteres que conferem características como a resistência a pragas e pesticidas, por exemplo, desencadeando, dessa forma, um desequilíbrio nas relações ecológicas competitivas e predatórias.

Além disso, é pertinente citar as questões socioambientais que permeiam o uso dos transgênicos, visto que o aumento da produtividade está relacionado diretamente com o avanço das fronteiras agrícolas, principalmente na região Centro-Oeste (líder da produção agrícola brasileira), sobre terras ocupadas por índios. Vale lembrar, ainda, que a agricultura familiar, prática mais sustentável ambientalmente, apesar de ser responsável por considerável percentual do abastecimento para consumo interno, é prejudicada, pois não alcança a competitividade da produção resguardada ao agronegócio brasileiro.

Riscos agrotecnológicos

A mudança na expressão de determinados genes pode levar à ocorrência de efeitos pleiotrópicos, ou seja, que afetam mais de uma característica fenotípica e epistática, relacionada à interação entre os genes. Esses efeitos podem acarretar alterações no metabolismo e atividades proteicas. Assim, plantas transgênicas ao entrar em contato com o meio ambiente podem expressar fenótipos indesejáveis e, através de uma contaminação cruzada a partir do pólen, transferir os genes responsáveis para outros cultivos. A partir desse contexto, uma estratégia polêmica usada pelo agronegócio produz graves

consequências. Trata-se da tecnologia Terminator, responsável pela produção das chamadas sementes “suicidas” que têm um ciclo de vida pré-determinado: são plantadas, dão frutos, mas a segunda geração é estéril, obrigando os agricultores a comprarem sementes novas a cada estação. Essa tecnologia foi criada com o intuito de proteger as patentes, impedindo o uso de uma técnica de transgenia sem o devido pagamento de *royalties* aos “criadores”. Logo, há a chance de que cultivos adjacentes, contaminados com pólen dessas plantas, reproduzam essa característica criando uma cadeia que os esteriliza.

APLICAÇÃO DE OGMs NA PRODUÇÃO DE BIOFÁRMACOS

A Biotecnologia tornou possível o uso de plantas, animais e microrganismos como fábricas biológicas capazes de produzirem insumos de alta demanda na indústria farmacêutica. Por meio da transgenia, atualmente, organismos têm o DNA modificado, a fim de viabilizar a expressão de proteínas de interesse para o desenvolvimento de biofármacos e biossimilares. Tal aplicação é vantajosa, pois promove redução de custos e, conseqüentemente, uma maior acessibilidade desses produtos à população. Nesse contexto, a partir da técnica do DNA Recombinante, pode-se induzir a bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) a sintetizar insulina, por exemplo. A produção com essa técnica é realizada com aparato da clonagem celular consistindo no isolamento e multiplicação das moléculas de DNA, o que ocorre em duas etapas. Inicialmente, liga-se o fragmento de DNA de interesse a uma molécula de DNA, denominada de vetor, formando o DNA recombinante. Numa segunda etapa, a molécula de DNA recombinante é introduzida em uma célula hospedeira, em um processo denominado transformação, permitindo que ela passe a codificar a proteína de interesse para a qual foi reprogramada. Esse método representou uma revolução, pois, além dessa molécula de insulina ser mais parecida com a produzida no organismo humano, diminuindo o índice de rejeição, sua obtenção é mais viável do que a extração do pâncreas de bois e porcos, como era obtida anteriormente.

Em 2017, uma pesquisa promissora no combate ao HIV e conduzida pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em parceria com a Universidade de Londres, o Instituto Nacional de Saúde (INH) dos Estados Unidos e o Conselho de Pesquisa Científica e Industrial da África do Sul, foi premiada pelo Consórcio Federal de Laboratórios do Médio-Atlântico (FLC MAR). Este estudo, publicado em 2015, mostrou

que sementes de soja GM são capazes de funcionar como uma biofábrica viável para produção, em larga escala, de uma proteína, a cianovirina, extraída de cianobactérias (microrganismos também chamados de algas azuis), eficiente contra o vírus. A ideia é produzir um gel vaginal à base de cianovirina que poderia ser usado por mulheres antes do ato sexual, evitando uma possível contaminação (Figura 1).

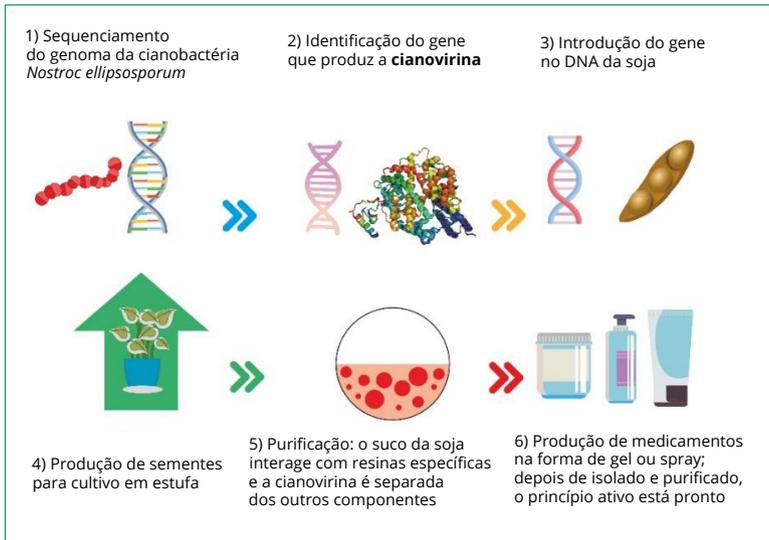


FIGURA 1: Etapas da produção do gel tópico contra o HIV

FONTE: Autoria própria.

ANIMAIS TRANSGÊNICOS E SEUS IMPACTOS

O que é um animal transgênico?

Animais transgênicos são aqueles que tiveram seu patrimônio genético alterado com a introdução de moléculas de DNA recombinante exógenas através de intervenção humana. Isto ocorre através da introdução de um gene de interesse no núcleo de um óvulo já fecundado. Essa transgenia permite tanto a transferência de DNA exógeno para o animal, através da técnica de microinjeção pronuclear, quanto a alteração de DNA já existente no animal, através da recombinação homóloga em células tronco embrionárias (células ES - do

inglês *embryonic stem*). O objetivo é fazer com que o gene exógeno se expresse neste animal "hospedeiro".

A técnica foi desenvolvida no final da década de 1970 em camundongos. Contudo, o primeiro experimento realizado com êxito foi em 1982, quando um DNA de rato foi introduzido em um camundongo. O resultado favorável foi possível devido ao aumento do tamanho corporal verificado no camundongo. Já em janeiro de 2001, observou-se o nascimento do primeiro primata transgênico, um macaco *Rhesus*, que foi incluído em seu genoma um gene de medusa. Esse experimento foi muito promissor, pois demonstrou que é possível fazer esses experimentos em animais com linhagem próxima à humana.

Contribuição do uso de animais transgênicos à sociedade

A utilização da técnica de transgenia trouxe inúmeros benefícios ao desenvolvimento da ciência e da sociedade em geral, e os mais almejados abrangem a construção de modelos genéticos para o estudo de doenças, a utilização de biorreatores pelas indústrias farmacêuticas e o aumento da eficiência pecuária com a produção de proteínas de interesse comercial em grande escala, que resultam na melhoria da qualidade de vida humana.

Os benefícios propiciados pelo uso dessa Biotecnologia podem ser divididos em três grupos: indústria, medicina e agricultura. Na indústria, objetiva-se a criação de biorreatores, animais transgênicos de grande porte e a produção de uma proteína de interesse comercial em algum tecido de fácil purificação. A exemplo disso, tem-se a cabra transgênica, que, a partir de seu leite, é produzida uma proteína da teia de aranha. A purificação em grande escala desses polímeros provenientes do leite possibilita a criação de um material leve e flexível com uma enorme resistência, que poderá ser usado em insumos militares (coletes e uniformes a prova de bala) e médicos (fio de sutura).

O uso médico envolve o xenotransplante, ou seja, o transplante de órgãos animais para o ser humano. Essa é uma atividade importante mediante a alta demanda de órgãos para transplante, e o fato de ser um procedimento caríssimo. Assim, a técnica de transgenia é usada para modificar porcos e torná-los imuno-compatíveis com o ser humano. Entretanto, é válido ressaltar o perigo de se transmitir uma doença presente nos suínos para os seres humanos, tornando-se, assim, uma questão séria de Biossegurança. Outra prerrogativa

na medicina é a produção de fármacos através de animais de grande porte, como é o caso da insulina, hormônio de crescimento e fator de coagulação que podem ser obtidos do leite de vacas, cabras ou ovelhas transgênicas.

Finalmente, na agricultura, a produção de animais transgênicos permite a criação de animais de grande porte com características comercialmente interessantes. Tem-se vacas transgênicas que aumentam a produção de leite, ou leite com menos lactose ou colesterol, porcos e gado transgênicos com mais carne e ovelhas transgênicas que produzem mais lã. Além disso, grandes esforços estão sendo feitos para produzir animais resistentes a doenças, como a gripe suína e a febre aftosa em bovinos. Contudo, para isso se efetivar, é necessário saber o gene responsável pela resistência a essas doenças.

Controle de vetores utilizando animais geneticamente modificados

Os mosquitos dos gêneros *Anopheles*, *Culex* e *Aedes* incluem os vetores dos três principais grupos de patógenos humanos: os parasitas causadores da malária do gênero *Plasmodium*, filárias dos gêneros *Wuchereria* e *Brugia* e numerosos arbovírus, incluindo os agentes da dengue e da febre amarela. Assim, nas décadas de 1950 e 1960, programas de controle de vetores a partir do uso de inseticidas, como o Diclorodifeniltricloroetano (DDT), foram importantes para a erradicação da malária no sudoeste da Europa e Taiwan, além de reduzir as taxas de morbidade da Índia. Ademais, em 1956, foi erradicado do Brasil o *A. aegypti*.

Contudo, a partir da década de 1980, epidemias de dengue mostraram a reinfecção desta espécie por todo país, sendo as medidas utilizadas anteriormente menos eficientes. Assim, medidas de controle químicas vêm flutuando entre episódios de sucessos e fracassos, além disso elas têm sido muito criticadas devido a sua propensão à contaminação ambiental, ao efeito em organismos não-alvo e aos problemas decorrentes da seleção de populações de mosquitos resistentes aos inseticidas.

Entretanto, as medidas de controle não têm gerado efeito esperado, devido, principalmente, à sua grande capacidade de reprodução e flexibilidade genômica, que pode ser mostrada por dois aspectos: primeiro, pela rápida seleção de linhagens resistentes a inseticidas biológicos e químicos, utilizados no controle ou, ainda, pela

resistência às inúmeras conjunturas ambientais. E segundo, pela existência de uma complexa variedade de espécies intimamente relacionadas, algumas das quais sofrem especiação no processo de adaptação ao ambiente transformado pelo ser humano. Os sérios problemas de saúde pública advindos da resistência aos inseticidas contribuem com o retorno de parasitoses e arboviroses transmitidas por mosquitos.

Desse modo, a partir da engenharia genética foram criadas novas técnicas de controle para o *A. aegypti*, utilizando-se diversos métodos de atuação, tais como medidas sociais, monitoramento seletivo da infestação, dispersão de inseticidas, novos agentes de controle químico e biológico e procedimentos moleculares para controle populacional dos mosquitos, inclusive considerando-se combinações entre técnicas.

Um dos métodos de controle genético é o uso de mosquitos transgênicos. Esse modelo utiliza duas etapas. A primeira é responsável pela diminuição ou até mesmo pela eliminação das espécies de mosquitos, através da elaboração de genes letais ou capazes de tornar os insetos estéreis. Já a segunda compreende a substituição ou transformação da população, por meio da introdução de um gene efetor para diminuir ou conter a transmissão da doença na população selvagem.

É válido ressaltar que, para o desenvolvimento e liberação em massa desses mosquitos no ecossistema, é fundamental que se use tecnologias de sexagem, desde que apenas os machos possam ser liberados, porque não se alimentam de sangue, como as fêmeas, reduzindo assim o número de picadas e posteriormente a transmissão da doença.

Impactos do uso de animais transgênicos

É factual, portanto, que o uso de animais geneticamente modificados é muito benéfico para diversos âmbitos da sociedade, em especial para a economia do país. Contudo, é essencial que esse uso seja efetivado através de protocolos pré-definidos pela CTNBio, a fim de reduzir e não causar mais danos ao planeta e, conseqüentemente, à humanidade. Para isso, é fundamental analisar os direitos éticos e biológicos dos animais usados, já que, por serem seres irracionais, não conseguem opinar se tais medidas adotadas são convenientes para eles.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, conclui-se que é imprescindível que o manejo e uso dos OGMs passem por uma fiscalização adequada, e que as normas de Biossegurança sejam implementadas, uma vez que o não cumprimento desses protocolos pode desencadear problemas de saúde e abalos na economia do país. É de extrema importância, também, que os interesses coletivos sejam sobrepostos aos pessoais, isto é, que a expansão do setor agropecuário e científico não coloque em risco o bem-estar da população e não comprometa drasticamente a biodiversidade.

Não é possível rotular os OGMs como vilões ou colaboradores, pois é preciso analisar qual será o uso do material em questão e quais as implicações e as consequências de tal feito. São inúmeros os prós e contras provenientes desses organismos, e, por esse motivo, faz-se extremamente necessária a elaboração de leis que garantam aos consumidores a segurança dos produtos oriundos de OGMs e que certifiquem a fiscalização devida na produção desses organismos.

REFERÊNCIAS

- BARTH, W.L. Engenharia genética e bioética. **Teocomunicação**, v. 35, n. 149, 2005.
- COSTA, M. A. F. ; COSTA, M. F. B. Educação em biossegurança: contribuições pedagógicas para a formação profissional em saúde. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, supl. 1, p. 1741-1750, jun., 2010.
- COSTA, T. E. M. M. *et al.* Avaliação de risco dos organismos geneticamente modificados. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 327-336, jan. 2011.
- DOS SANTOS, A. L. M. **Organismos geneticamente modificados na agricultura: histórico, impactos, incertezas e legislação ambiental.** Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, p. 434. 2016.

- EMBRAPA, 2017. **Estudo para combater HIV rende prêmio internacional à Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30142785/estudo-para-combater-hiv-rende-premio-internacional-a-embrapa>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- GUEDES, V. F. A efetividade das normas de biossegurança com relação ao consumo de organismos geneticamente modificados. **Percurso**, v. 1, n. 20, p. 240-246, 2017.
- JUNIOR, V. G. P; JUNIOR, A. P. Transgênicos: uma questão bioética. **Segur. Aliment. e Nutr.**, Campinas, v. 23, n. esp., p.1041-1048, dez. 2016.
- MAGALHÃES, R. M. A ausência de integração entre políticas públicas sobre conservação sustentável da biodiversidade e sobre biossegurança de organismos geneticamente modificados no Brasil: uma experiência de “não decisão”. **Agroecologia**, v. 12, n. 2, p. 51-57, out. 2017.
- KULIKOV, A. M. Genetically modified organisms and risks of their introduction. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 52, n. 1, p. 99-111, jan. 2005.
- OLIVEIRA, V. O.; SILVA, O. V. Biotecnologia para a produção de biofármacos: farmacovigilância, regulamentação e mercado no Brasil. **Oswaldo Cruz**, v. 4, n.16, set. 2018.
- O'KEEFE, Barry R. *et al.* Engineering soya bean seeds as a scalable platform to produce cyanovirin-N, a non-ARV microbicide against HIV. **Plant Biotechnology Journal**, v. 13, n. 7, p. 884-892, set. 2015.
- PEREIRA, L. V. Animais transgênicos: nova fronteira do saber. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 40-42, 2008.
- RIBEIRO, I. G.; MARIN, V. A. A falta de informação sobre os organismos geneticamente modificados no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, n. 17, v. 2, 2012, p. 359-368.
- PEREIRA, M. E. C. *et al.* . Construção do conhecimento em biossegurança: uma revisão da produção acadêmica nacional na área de saúde (1989-2009). **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 395-404, jun. 2010.

WILKE, A. B. B. *et al.* Controle de vetores utilizando mosquitos geneticamente modificados. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, p. 869-874, 2009.

ZARA, A. L. S. A. *et al.* Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 391-404, jun. 2016.



GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Uma alternativa para melhoria
da qualidade de vida e do ambiente

Alyce Maria Lira

Lívia Alves Soares

José Paulo da Silva Júnior

Camila Claudino de Souza

Maria Betânia Melo de Oliveira

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei Federal nº 12.305/2010, decreta como resíduo sólido todo material, substância, objeto ou bem descartado decorrente de práticas humanas em coletividade. Os resíduos sólidos diferenciam-se dos rejeitos, pois enquanto estes não possuem possibilidade de recuperação ou tratamento economicamente viável, os resíduos sólidos podem ainda ter serventia, mas não são necessários para a pessoa que os descartou. Os resíduos podem ser classificados como domiciliares, de limpeza urbana e Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), e podem ser considerados perigosos ou não.

Após os seguidos processos de Revolução Industrial que a sociedade presenciou ao longo dos séculos, chegamos no que é conhecido como “sociedade de consumo”, na qual o aumento de produção se torna cada vez maior, e, conseqüentemente, o consumo faz-se de forma desenfreada e desnecessária. Dessa forma, o número de

resíduos sólidos gerados diariamente é exorbitante. Segundo pesquisas recentemente realizadas, só em 2018 foram gerados 79 milhões de toneladas de RSU no Brasil, 1,66% maior que em 2017. Esse grande volume de resíduos produzidos impacta de maneira significativa o meio ambiente e a saúde da população, quando não são gerenciados de forma correta e responsável.

Em um contexto contemporâneo, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram elaborados, em 2015, pelo conjunto de vários países e compõem-se por metas relacionadas ao meio ambiente que visam à promoção de qualidade de vida, da paz e da prosperidade das pessoas, além do futuro do planeta. Algumas dessas metas estão diretamente voltadas para a minimização do impacto dos resíduos.

Mesmo com o notório impacto ambiental e na saúde pública, ainda são observadas no país atitudes contrárias à PNRS. Este capítulo objetiva abordar como a falta de um plano de gerenciamento pode prejudicar o planeta e a sociedade, como a prática da legislação vigente pode melhorar a qualidade de vida e a saúde dos cidadãos e como deve ser realizado um Plano de Gerenciamento de Resíduos em Serviços de Saúde.

OS RISCOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE CAUSADOS PELA AUSÊNCIA DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Atualmente, existem alguns destinos para os resíduos sólidos gerados, como aterros sanitários, aterros controlados, lixões, coleta seletiva, usinas de compostagem, incineração, biogásificação e confinamento permanente.

O aterro sanitário, por ser um complexo produto de engenharia, é menos prejudicial ao meio ambiente e à saúde, já que é construído visando evitar a poluição do solo, da água e do ar, pois o solo é impermeabilizado com Polietileno de Alta Densidade (PEAD) que impede a infiltração do chorume. Além disso, o aterro sanitário usualmente é projetado longe dos centros urbanos e apresenta um tratamento dos gases gerados na decomposição do lixo, normalmente usados para geração de energia, a fim de não poluir o ar atmosférico. Como alternativa para impedir a contaminação das águas e lençóis freáticos, um aterro sanitário deve ter uma distância de aproximadamente

200 metros de qualquer curso d'água, bem como os resíduos devem ser cobertos com camadas de argila, composto com um método para drenar águas pluviais, evitando, portanto, infiltrações.

Já o aterro controlado foi uma alternativa rápida para lidar com a grande quantidade de resíduos destinados a lixões, e, diferentemente do aterro sanitário, o aterro controlado traz como consequência uma poluição local, por não haver impermeabilização do solo, comprometendo o solo e os lençóis freáticos. Com a Lei 12.305/2010, esses aterros se tornaram proibidos, assim como os lixões, que são a forma mais inadequada de disposição de resíduos. Nesses casos, ocorre simplesmente uma disposição de lixo a céu aberto, sem nenhuma medida protetiva ao meio ambiente e à saúde pública. Atualmente, mais de 3 mil cidades brasileiras mantêm esse tipo de sistema, e a região Nordeste é a que apresenta mais lixões ativos no Brasil, desfavorecendo o planeta e a sociedade.

A coleta seletiva de resíduos é o recolhimento dos materiais teoricamente recicláveis, separados previamente de sua fonte geradora, que, depois de receberem um tratamento adequado, são vendidos às indústrias de reciclagem. Esse método é de extrema importância, pois, além de gerar renda para os catadores, gera economia para as empresas e diminui a poluição ambiental. Por outro lado, as usinas de compostagem atuam apenas em um tipo de resíduo, os orgânicos, pois consiste em um conjunto de materiais e equipamentos que objetivam a decomposição biológica desses, gerando um produto útil como condicionador do solo agrícola.

O processo de incineração é também uma alternativa, porém pouco incentivada, isso porque além de exigir um alto custo benefício, também tem uma elevada taxa de poluição do ar, já que se resume em um processo de queima do lixo. A biogásificação, de maneira contrária, fundamenta-se em um tratamento por decomposição anaeróbica, no qual gera biogás, o qual é formado por cerca de 50% de metano, podendo ser utilizado como combustível. Já o confinamento permanente é referente aos resíduos tóxicos, como o lixo nuclear, por exemplo, que precisa ser tratado e confinado permanentemente.

Os problemas dos resíduos no meio ambiente

A falta de um plano de gerenciamento desses resíduos, que acaba por destiná-los para uma disposição final inadequada, atinge de

forma drástica o meio ambiente. Os lixões ainda são uns dos principais problemas decorrentes da má gestão dos resíduos urbanos, já que, além de não oferecerem nenhum preparo para receber o lixo, muitos se localizam próximos a corpos d'água que servem para a população e acabam por ser contaminados pelo chorume, um líquido que possui uma coloração escura com cheiro forte e desagradável que apresenta grande concentração de sólidos suspensos e metais pesados, produto da decomposição do lixo. A poluição da água pode alterar as condições ideais do ambiente aquático através da percolação do chorume. Além disso, muitas pessoas destinam o lixo em rios e lagos, que acabam acumulados nas margens ou no fundo deles, impedindo o curso de água e sendo ingerido por animais. Quando esses resíduos chegam no mar, são espalhados para várias partes do mundo, interferindo diretamente na vida marinha e, em casos extremos, formando o que é conhecido como "ilhas de lixo". Atualmente uma delas, denominada Grande Depósito de Lixo do Pacífico, apresenta aproximadamente 4 milhões de toneladas de lixo que resultam em um aglomerado de 700km².

De maneira análoga, o ar atmosférico também é afetado. Os resíduos sólidos são fontes emissoras de Gases de Efeito Estufa (GEE), principalmente de metano, quando depositados em lixões e até mesmo em aterros. O metano é produto da decomposição anaeróbica, não só decorrente da disposição em aterros, mas também do tratamento de digestores; já os óxidos de nitrogênio advêm do tratamento biológico da compostagem e da incineração. Muitas pessoas realizam a incineração do lixo em casa de maneira irregular. Atualmente, no Brasil, cerca de 7,9% do total de resíduos gerados são queimados na própria residência da população. Considerando que 78,4 milhões de toneladas foram geradas em 2017, podemos interpretar que aproximadamente 6 milhões de toneladas foram incineradas ilegalmente, favorecendo, portanto, o efeito estufa.

Os resíduos depositados em lixões apresentam também riscos para o solo, pois esses liberam substâncias que são lançadas diretamente na superfície, já que não há uma impermeabilização que impeça esse processo. Isso pode causar deslizamento de encostas, enchentes, danos na paisagem, assoreamento de mananciais e a contaminação do ar e da água, elevando o risco de contágio dos seres humanos.

Os problemas dos resíduos na saúde pública

A falta de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos pode comprometer de forma direta ou indireta a saúde da população, tanto das pessoas que estão em contato com o resíduo quanto das que residem próximas aos depósitos.

O lixo parado sem nenhum tratamento possibilita o acúmulo de água, alimento e abrigo a vetores de doenças como baratas, ratos, moscas, escorpiões e mosquitos. Os ratos são transmissores da leptospirose, uma doença endêmica causada por uma bactéria encontrada na água contaminada ou urina de roedores. Só em 2017 foram registrados 187 casos dessa doença e sete óbitos apenas no Paraná. Já as baratas carregam, em suas patas, inúmeros patógenos dos lixões até as residências, podendo transmitir diarreia, febres ou até mesmo hepatite, tanto em humanos quanto em animais. Os mosquitos encontram no lixo o ambiente perfeito para colocarem seus ovos e multiplicarem o contágio de doenças, como dengue, chikungunya e febre amarela, por exemplo. Qualquer recipiente que acumule água da chuva, como uma tampinha de garrafa ou uma embalagem de comida, torna-se potencialmente um abrigo para o *Aedes aegypti*.

O chorume também é considerado um perigo para a saúde pública, devido a sua alta toxicidade; o contato com essa acumulação de metais pesados pode causar desde diarreia e dermatoses, até alterações gastrointestinais e neurológicas, problemas pulmonares e rinites alérgicas.

De maneira equivalente, um estudo acerca de como os aterros sanitários interferem na saúde pública foi realizado em 15 aterros no município de São Paulo. O estudo aborda o câncer de bexiga, hepático, a leucemia e malformações congênitas como consequências do aterro sanitário, sejam eles desativados, em funcionamento ou em manutenção. Como resultado, verificou-se que o risco de óbito por câncer ou malformação congênita não é maior em regiões vizinhas a aterros sanitários, isso porque as principais formas de exposição são através da água e proximidade com o depósito, e os aterros possuem medidas que impeçam a poluição das águas e são necessariamente projetados longe de centros urbanos.

O lixo afeta principalmente as pessoas que lidam de forma direta com ele, como os catadores de lixo, já que são expostos a riscos à saúde durante a coleta, além de riscos ergonômicos, mecânicos e sociais. Esses profissionais reportam frequentemente a aquisição de doenças como conjuntivite, resfriados, dengue, alergias e verminoses, como também dores musculares, acidentes em veículos, cortes,

perfurações, dentre outros. Ou seja, é notório que o problema não é só o fato de lidar com o resíduo, mas também as péssimas condições de trabalho a que esses indivíduos são submetidos para sobreviver. Não só a saúde dos catadores é atingida com a exposição a agentes nocivos, os profissionais de saneamento também se encontram vulneráveis a essas mesmas ocorrências. A fim de diminuir esse quadro, a coleta seletiva é uma alternativa eficiente, sendo motivada pelo Ministério da Saúde (MS) para sua realização de maneira correta.

MEDIDAS ADEQUADAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E AS POLÍTICAS BRASILEIRAS

A gestão adequada dos resíduos sólidos, diante dos aspectos abordados, é de suma importância para a manutenção da saúde ambiental e do bem-estar coletivo. Sob essa perspectiva, é necessário que as medidas ideais de gerenciamento sejam verdadeiramente compreendidas, bem como as responsabilidades e deveres de cada indivíduo nesse contexto, sobretudo diante das especificidades e dos desafios evidenciados na realidade brasileira. Portanto, é evidente a necessidade do estabelecimento de metas, responsabilidades e diretrizes para a tomada de ações positivas por meio de leis. Como dito anteriormente, no Brasil, as ações adequadas relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos têm suas diretrizes determinadas principalmente pela PNRS, instituída na Lei nº 12.305/2010, a qual propõe metas e medidas necessárias para a busca de padrões sustentáveis. Além do mais, os resíduos sólidos também são temática secundária em outras políticas públicas, tais como a Lei nº 11.445/2007 - Política Nacional de Saneamento Básico, que estabelece a integração entre os planos de saneamento e de resíduos sólidos em escala municipal, por exemplo.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a busca por padrões sustentáveis

De acordo com a PNRS, o gerenciamento de resíduos sólidos deve considerar uma hierarquia de prioridades: minimização da geração, intensificação da reutilização e da reciclagem, tratamento dos resíduos e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada. Além

disso, na busca por padrões de consumo sustentáveis, propõe-se a abordagem da temática com foco no compartilhamento da responsabilidade pelo ciclo de vida do objeto de consumo. Sob essa perspectiva, no intuito de combater os desafios da implementação de ações adequadas e atingir a ampla adoção de medidas ideais, no que diz respeito aos resíduos sólidos, todas as partes envolvidas em tal ciclo, como o setor industrial, os consumidores e o poder público, devem estar atentas, conscientes e engajadas em desempenhar ativamente os seus papéis no processo de gestão integrada.

Medidas adequadas por parte do poder público

A implementação da PNRS em 2010 estabeleceu algumas metas para a gestão de resíduos sólidos no Brasil, como a desejada erradicação de lixões e aterros controlados até o ano de 2014, por exemplo. A projeção, todavia, não foi totalmente atingida, e, ao final do prazo estipulado, 60% dos municípios brasileiros ainda realizavam a disposição final de seus resíduos sólidos em ambientes inadequados, como indicado em um estudo recente. Diante dessa realidade, torna-se necessário salientar a importância do engajamento do poder público nas escalas federal, estadual e municipal, no que diz respeito à gestão integrada de resíduos e à busca por padrões sustentáveis.

A respeito disso, a partir da legislação vigente no Brasil, o poder público detém grandes responsabilidades no gerenciamento de refugos. Nesse sentido, a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos nacional, estaduais e municipais é um dos alicerces de sua indispensável contribuição. A partir de tal medida, pretende-se o estabelecimento de metas de redução e de adequação ambiental da disposição final de rejeitos, além do estabelecimento de programas e ações que objetivem o atendimento de tais projeções, a articulação de normas e diretrizes para a gestão integrada, projetos de incentivo e favorecimento, dentre outras providências.

Ademais, ao poder público cabe a responsabilidade de adequação da estrutura destinada aos serviços relacionados à logística reversa. É necessário, primeiramente, que a gestão dos resíduos seja integrada ao planejamento urbano em todos os aspectos, desde o consumo, acondicionamento e coleta até o destino final dos rejeitos. A partir de tal medida, múltiplos benefícios são viabilizados, tais como a redução de custos de transporte e a implementação de um sistema mais consistente e eficaz em todas as etapas de processamento.

Para além disso, também compete às instituições governamentais a responsabilidade de buscar a implementação e expansão de métodos mais eficazes de reaproveitamento e disposição final dos resíduos. É importante enfatizar a importância da valorização dos resíduos recicláveis, os quais apresentam não apenas benefícios econômicos, uma vez que impulsionam a geração de renda e empregos e também reduzem a extração exacerbada e destrutiva de matéria-prima em fontes naturais. Com base nesses aspectos, o esforço pela implementação e expansão da coleta seletiva é essencial, inclusive com o suporte do uso de instrumentos econômicos, como o incentivo à adesão e participação ativa de indivíduos e empresas no sistema de logística reversa. Todavia, a coleta seletiva não deve ser implantada com foco apenas nos recicláveis. É de grande valor que o processamento e a destinação dos resíduos orgânicos também seja priorizado, haja vista a possibilidade de seu reaproveitamento energético.

Qual o papel do consumidor?

A consciência e a preocupação a respeito do consumo sustentável são requisitos básicos para a ampla adoção de comportamentos benéficos ao meio ambiente por parte de um indivíduo ou população. Sob essa perspectiva, a necessidade de que tais princípios sejam fomentados é relevante e inadiável. Portanto, no intuito de que o indivíduo se comprometa com as consequências ambientais de seu próprio consumo ao assumir o papel de consumidor, a implementação de medidas educacionais é prioritária por parte do poder público.

Ademais, espera-se que a população consumidora esteja disposta a minimizar a sua geração de resíduos e contribuir com programas de coleta seletiva, separando seletivamente seus lixos reciclável e orgânico, por exemplo. Adicionalmente, o acondicionamento apropriado e o descarte correto dos resíduos produzidos também são ações pelas quais o consumidor é responsável no processo de gestão integrada.

O que esperar das empresas e fabricantes?

Por parte dos fabricantes, comerciantes, distribuidores e outras partes responsáveis pela cadeia de produção e inserção do produto ao mercado também há iniciativas importantes. Espera-se, a princípio, que a preocupação com o ciclo de vida dos produtos e embalagens

seja presente desde seu desenvolvimento e fabricação, havendo a priorização de materiais recicláveis ou de fácil reutilização. Além disso, os importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes de determinados tipos de produto, tais como pneus, pilhas e baterias, óleos, lubrificantes e artigos eletrônicos, devem ser encarregados pela implementação de sistemas de logística reversa articulados independentemente dos sistemas públicos de saneamento e limpeza.

BENEFÍCIOS DA GESTÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Benefício econômico

A segregação dos materiais através do gerenciamento de resíduos sólidos permite que seja feita uma comercialização de cada item em seus respectivos nichos de mercado. Dessa forma, há uma maximização da receita gerada, que passa a custear o processo de gerenciamento. Assim, o gasto com a destinação do resíduo, que antes seria apenas despesas, é transformado em um retorno que excede o financeiro, sendo também socioambiental.

Tendo em vista que boa parte dos resíduos sólidos não tratados são descartados em rios ou em terrenos baldios sem nenhum tratamento, a boa prática do gerenciamento de resíduos faz com que o ambiente natural seja preservado, isto é, com o *habitat* preservado, há o controle de diversos animais que poderiam transmitir doenças ao homem.

Benefício ambiental

Sabe-se, também, que o gerenciamento dos resíduos sólidos não trata apenas do descarte, mas também da diminuição da geração dos resíduos. A substituição de embalagens descartáveis por recipientes reutilizáveis é um bom exemplo de estratégia de diminuição. No entanto, em casos em que não há a possibilidade dessa diminuição na geração, o caminho adotado é realocar os materiais para outros fins, que também se configura como opção viável.

Benefício social

Como consequência de uma boa gestão ambiental, empresas conseguem novos contratos, o que permite que elas cresçam e, assim, contratem novos funcionários, gerando novos empregos e melhorando a qualidade de vida da população.

Outra questão importante é o combate a doenças, principalmente porque a correta execução do gerenciamento permite, segundo a Organização Panamericana de Saúde (OPAS), a redução de 90% das moscas, 65% dos ratos e 45% dos mosquitos, ou seja, uma grande diminuição dos macrovetores, impactando assim na diminuição da incidência de doenças como Febre Amarela, Leptospirose e Poliomielite, por exemplo.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (PGRSS)

Importância do manejo adequado de resíduos de serviços de saúde (RSS)

O correto manejo dos resíduos de saúde é essencial e pode ser entendido como uma ferramenta de manutenção da saúde, já que a prática do gerenciamento traz benefícios, como a preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, da saúde humana, posto que são assuntos interligados.

Uma instituição de saúde que não segue um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde (PGRSS) está prejudicando a sociedade, já que a gestão planejada é uma forma de evitar que materiais contaminados com agentes etiológicos possam entrar em contato com seres vivos, provocando o surgimento e a proliferação de doenças, até mesmo grandes surtos.

Por fim, pode-se destacar que o impacto negativo de uma banalização dos cuidados com os RSS não afeta apenas aspectos sanitários, mas também a área econômica. Inúmeros profissionais se contaminam com próprio resíduo gerado em atendimento, causando acidentes de trabalho e absenteísmo.

Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e as normas brasileiras

De acordo com a Resolução ANVISA-RDC nº 222/2018, a redução e o encaminhamento adequado de resíduos são os objetivos primordiais do gerenciamento de RSS, visando não apenas à preservação da saúde ambiental e da saúde pública, como também à segurança dos profissionais. Sob essa perspectiva, as normas brasileiras determinam como dever da instituição prestadora de serviços, a elaboração de um PGRSS compatível com as normas locais e a legislação ambiental vigente, que estabeleça diretrizes relativas ao manejo de resíduos sólidos com base em sua classificação e riscos, de modo abrangente às etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte interno, armazenagem, tratamento e disposição final.

Na elaboração do PGRSS, a categorização dos resíduos demanda grande atenção, uma vez que o seu entendimento aplicado à gestão contribui para o encaminhamento adequado dos resíduos e para a redução do risco de contaminação dos profissionais envolvidos no cumprimento de suas etapas. O agrupamento deve respeitar os cinco grupos convencionados nas Resoluções RDC nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005. São eles: grupo A, rejeitos contaminados com agentes biológicos; grupo B, resíduos que contenham substâncias químicas; grupo C, materiais que apresentem radionuclídeos em quantitativo superior aos limites estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear; grupo D, resíduos que não apresentem riscos radiológico, biológico ou químico; e grupo E, materiais escarificantes e perfurocortantes. A partir da identificação adequada dos RSS, os materiais descartados poderão ser corretamente acondicionados e encaminhados para as etapas de coleta, transportes, armazenamento, tratamento e disposição final de modo mais seguro e eficaz, conforme as diretrizes do PGRSS.

Modelo exemplo de um PGRSS

O curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná apresentou em 2016 um PGRSS que direcionou os procedimentos relacionados à gestão de resíduos, visando à minimização da produção desses, diminuição de riscos, e preservação da saúde pública e meio ambiente.

A primeira etapa é sobre a classificação dos resíduos: no grupo A, são identificados materiais como algodão, gazes, luvas, máscaras, fio dental, entre outros; no grupo B, são pilhas, lâmpadas, produtos químicos líquidos e sólidos vencidos; o curso não gera nenhum produto pertencente a categoria C; Já no grupo D, são inseridos materiais comuns, como papel higiênico, restos de alimentos, papelão e plástico; e na classe E, os tipos de resíduos são agulhas e lâminas de bisturi. Em seguida, a segunda etapa aponta os locais nos quais geram esses produtos, que, no caso, são gerados em Clínicas, Unidades de Pronto Atendimento, banheiros, Banco de Dentes Humanos e Laboratórios.

Logo após, a terceira parte do processo se refere à forma de acondicionamento: para o grupo A são sacos plásticos brancos e lixeira branca com tampa, ambos com símbolo de substância infectante; o grupo B é acondicionado em frascos plásticos e bombonas de plástico resistente, as lâmpadas e pilhas são recolhidas pela Prefeitura do Campus; para a categoria D, os recicláveis são postos em sacos impermeáveis de cor azul em lixeiras com tampa e símbolo de reciclável, já os não-recicláveis devem ser direcionados a sacos impermeáveis pretos; diferentemente dos anteriores, para o grupo E, os resíduos devem ir para recipientes rígidos com tampa identificados como perfurocortantes infectantes, apresentando um saco plástico em seu interior.

Posteriormente, a quarta etapa concerne na forma do armazenamento, os grupos A, B, D e E são encaminhados através de carrinhos (*container*), sendo o primeiro grupo conduzido para um abrigo de resíduos para material infectante; o segundo encaminhado ao abrigo externo e acondicionados em uma bombona azul fornecida pela empresa coletora; o terceiro, para um abrigo de lixo comum ou reciclável; e os produtos do quarto grupo também devem ir para abrigo de resíduo para material infectante, porém são vedados em bombonas da empresa específica para esse tipo resíduo.

A quinta e a sexta fase informam a quantidade de resíduos gerados e a frequência da coleta. Os produtos das classes A, B e E são coletados uma vez por semana e são fabricados, respectivamente, 200 quilos por mês, 90 litros de produtos químicos líquidos por semestre e 50 litros por mês. Para os do grupo D, que são gerados aproximadamente 260 quilos por mês, os resíduos recicláveis seguem o programa de reciclagem da UFPR, e os comuns são coletados duas vezes por semana. O último passo do PGRSS é relacionado ao tratamento e destinação final. O grupo A recebe o tratamento de autoclave; o grupo B, a incineração, assim como o grupo

E; e os resíduos da classe D são destinados a aterros. Através dessas etapas, os RSS são coletados e tratados de maneira a respeitar as normas citadas anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões anteriormente debatidas permitem compreender a necessidade e o valor da execução adequada do gerenciamento de resíduos sólidos em todas as suas etapas, haja vista a realidade e os desafios atrelados ao cenário brasileiro. A tomada de medidas apropriadas no que diz respeito à destinação dos resíduos é vantajosa em diversos aspectos, como na manutenção da saúde ambiental e do bem-estar coletivo, além dos benefícios econômicos e sociais. A partir dessa percepção, é importante que a busca pelo estabelecimento de padrões sustentáveis de consumo e produção de resíduo torne-se uma questão prioritária e cotidiana. É necessário, também, que a compreensão a respeito das consequências associadas à imprudência nesse contexto seja real e ampla, objetivando o fomento da consciência ambiental. Portanto, é indispensável, nesse contexto, que a responsabilidade pelos cuidados com o gerenciamento de resíduos e o ciclo de vida dos produtos seja compartilhada por todas as porções da sociedade, desde os consumidores até o poder público. Desse modo, é possível que a redução dos danos ao ambiente e a melhoria da qualidade de vida tornem-se parte de uma realidade cada vez mais próxima.

REFERÊNCIAS

AFONSO, T. *et al.* Consciência ambiental, comportamento pró-ambiental e qualidade de gerenciamento de resíduos em serviços de saúde. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, p. 106-119, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471655304006>. Acesso em: 20 dez. 2020.

- ALBRECHT, L. Plano de Gerenciamento de Resíduos em Serviços de Saúde, para o Curso de Odontologia da Universidade Federal do Paraná. 2016. Disponível em: http://www.saude.ufpr.br/portal/ccio/wp-content/uploads/sites/32/2017/01/PGRSS_2016-2017.pdf. Acesso em: 20 dez. 2020.
- ANJOS, L. A., FERREIRA, J. A. Avaliação da carga fisiológica de trabalho na legislação brasileira deve ser revista! O caso da coleta de lixo domiciliar no Rio de Janeiro. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 785-790, jul./set. 2000.
- BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores**: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2011.
- CAFURE, V. A.; PATRIARCHA-GRACIOLLI, S. R. Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. **Interações**, v. 16, n. 2, p. 301-314, dez. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-70122015000200301&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 jan. 2021.
- MANNARINO, C. F. *et al.* Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 379-385, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522016000200379&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 dez. 2020.
- NASCIMENTO, V. F. *et al.* Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, p. 889-902, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2015000400889&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 dez. 2020.
- NETO, T. J. P. A política nacional de resíduos sólidos: os reflexos nas cooperativas de catadores e a logística reversa. **Diálogo**, v. 18, 77-96, 2011.
- RODRIGUES, G. L.; FEITOSA, M. J. S.; SILVA, G. F. L. Cooperativas de reciclagem de resíduos sólidos e seus benefícios socioambientais: um estudo na COOPECAMAREST em Serra Talhada – PE/Solid waste recycling cooperative and its social and environmental benefits: an study in the COOPECAMAREST in Serra Talhada. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 18-38, 2015. Disponível em: <http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/352>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SOUZA, L. *et al.* **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano.** Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano#:~:text=No%20Brasil%2C%20em%202018%2C%20foram,pouco%20maior%20que%20a%20gera%C3%A7%C3%A3o.> Acesso em: 11 jan. 2021.

STEPHANOU, J. J. **Gestão de resíduos sólidos:** um modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais. 2009.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Washington: ONU, 2015

Título Biossegurança: um despertar para a sociedade
Organização Betânia Melo
Jorge Luiz
Formato *E-book* (PDF)
Tipografia Open Sans
Desenvolvimento Editora UFPE



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20 | Várzea, Recife-PE
CEP: 50740-530 | Fone: (81) 2126.8397
E-mail: editora@ufpe.br | *Site:* www.editora.ufpe.br



PROGRAD
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO